

## Moderne Selen-Gleichrichter

Von Otto Klein Nürnberg\*)

DK 621.314.634

### Begriffsbestimmung

Technische Halbleiter-Gleichrichter haben im Gegensatz zu einem „idealen“ Gleichrichter in Durchlaß- und Sperrrichtung endliche Widerstände. Das Verhältnis der beiden Widerstände wird als Richtverhältnis bezeichnet. Es ist die wichtigste Kenngröße eines Gleichrichters und bestimmt die Güte der Gleichrichtung. Der wirtschaftliche Betrieb erfordert eine Reihe weiterer Eigenschaften. Da die gleichzeitige optimale Ausbildung aller Eigenschaften aus physikalischen Gründen nicht möglich ist, haben sich im Laufe der Entwicklung drei Typen herausgebildet, die durch die folgenden Sammelbegriffe gekennzeichnet werden können: Hochstrom-Gleichrichter, Hochspannungs-Gleichrichter, Hochtemperatur-Gleichrichter.

Hochstrom-Gleichrichter sind in erster Linie zum Gleichrichten hoher Ströme bei verhältnismäßig niedrigen Anschlußspannungen vorgesehen (etwa 10 bis 50 V und einige Tausend Ampere). Da bei großen Leistungen vorwiegend Fremdkühlung verwendet wird, läßt sich die Betriebstemperatur durch entsprechenden Aufwand an Kühlmitteln begrenzen. Besondere Forderungen hinsichtlich der Temperatur- und Spannungsabhängigkeit der Sperrkennlinie werden an Hochstrom-Gleichrichter im allgemeinen nicht gestellt. Ihr Hauptkennzeichen ist ein niedriger Durchlaß-Widerstand und als Folge davon ein hoher Wirkungsgrad.

Hochspannungs-Gleichrichter werden zum Gleichrichten hoher und höchster Spannungen (etwa 1 bis 100 kV) bei verhältnismäßig kleinen Strömen (etwa 5 bis 100 mA), meist jedoch als Sperrventile in Weichenschaltungen mit reiner Gleichstrombelastung verwendet. Die Frage nach dem Wirkungsgrad tritt dabei gegenüber der Forderung nach möglichst niedrigen und im Betrieb stabilen Sperrströmen zurück.

Hochtemperatur-Gleichrichter haben einen begrenzten Anwendungsbereich als Leistungs-Gleichrichter oder Sperrventil bei Umgebungstemperaturen, die den normalen Hochstrom- und hochsperrenden Gleichrichtern nicht mehr zuträglich sind (75 bis 120 °C). Sie sind gekennzeichnet durch geringe Durchlaß-Alterung bei hohen Betriebstemperaturen in Verbindung mit einer geeigneten Temperatur-Abhängigkeit der Sperreigenschaften.

Alle gegenwärtig auf dem Markt befindlichen Gleichrichtertypen lassen sich mehr oder weniger eindeutig in eine dieser drei Gruppen einordnen, wobei gewisse Überschneidungen naturgemäß nicht auszuschließen sind. Die Auswahl des für einen bestimmten Zweck am besten geeigneten Typs kann daher nur unter Berücksichtigung aller vorliegenden Betriebsbedingungen getroffen werden. Um eine solche Auswahl einem breiteren Anwenderkreis zu erleichtern, werden die wichtigsten Eigenschaften dieser Grundtypen im folgenden an Hand genauer Daten des heutigen Standes der Entwicklung beschrieben.

### Hochstrom-Gleichrichter

Bei vorgegebener Gleichrichter-Kennlinie wird das Betriebsverhalten eines Selen-Gleichrichters nur noch von der Temperatur-Abhängigkeit der Durchlaß- und Sperreigenschaften, d. h. von der im Dauerbetrieb zulässigen höchsten Plattentemperatur, bestimmt. Daher ist bei gegebenen Kühlbedingungen die zulässige Belastungs-Stromdichte von der Güte der Durchlaß-Kennlinie und der Höhe des Sperrstromes nach Erreichen des Temperatur-Gleichgewichtes sowie von der Änderung beider Größen im Dauerbetrieb abhängig. Mit zunehmender Durchlaßqualität und vor allem dann, wenn verstärkte Kühlung durch Fremdbelüftung angewendet wird, ist die Frage der Temperatur-Festigkeit der Sperreigenschaften im Betrieb entscheidend. Aus diesem Grunde muß bei der Entwicklung eines technischen Hochstrom-Gleichrichters eine optimale Durchlaßkennlinie in Verbindung mit einer ausreichend hohen und im Betrieb stabilen Sperrfähigkeit angestrebt werden. Die Temperatur-Abhängigkeit der Sperreigenschaften und der Verlauf der Durchlaß-Kennlinie lassen sich aber in gewissen Grenzen unabhängig voneinander beeinflussen. Die Güte eines Hochstrom-Gleichrichters ist daher durch die günstigste Ausbildung beider Eigenschaften gekennzeichnet.

In der Praxis genügt es jedoch, die Stromdichte allein an Hand des Wirkungsgrades und damit des Durchlaß-Span-

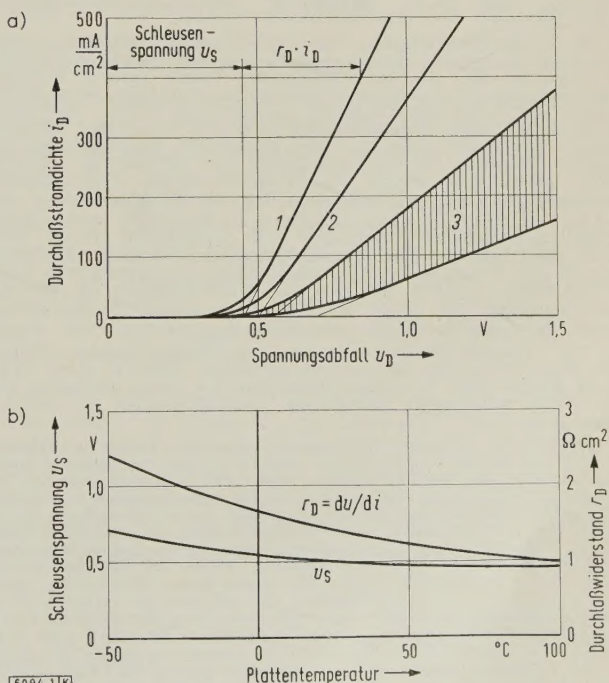


Bild 1. Statische Durchlaß-Kennlinien und Temperatur-Abhängigkeit der Schleusen-Spannung und des Durchlaß-Widerstandes.

- 1 Hochstrom-Gleichrichter bei 85 °C
- 2 Hochstrom-Gleichrichter bei 25 °C
- 3 Bereich üblicher Selen-Gleichrichter bei 25 °C

\*) Dr. rer. nat. O. Klein ist Leiter des Entwicklungsbereiches Selen-Gleichrichter im Bauelementewerk Nürnberg der Standard Elektrik Lorenz AG.

nungsabfalles oder der gewünschten Nennbetriebsdauer festzulegen, da ein geeignetes Sperrverhalten bereits bei der Festlegung der Nennsperrspannung vom Hersteller berücksichtigt wird.

In Bild 1 sind die Durchlaß-Kennlinien einer Hochstromplatte für 25 V Anschlußspannung dargestellt. Hiernach ergibt sich für den Spannungsabfall  $u_D$  in Abhängigkeit von der Durchlaßstromdichte  $i_D$  die Näherungsbeziehung:

$$u_D = u_S + i_D \cdot r_D^{(1)}$$

Da bei vorgegebener Sperrfähigkeit die Schleusenspannung  $u_S$  (Bild 1a) als physikalische Größe der Sperrschicht nahezu konstant ist, kann der Durchlaß-Spannungsabfall nur durch Beeinflussung des Durchlaß-Widerstandes  $r_D$  verringert werden. Erst in jüngster Zeit ist es durch besondere Maßnahmen gelungen, die beim Aufbau der Halbleiterschicht stets vorhandene Wechselwirkung zwischen Durchlaß- und Sperreigenschaften so zu beeinflussen, daß bei verbesserter Sperrfähigkeit der Durchlaß-Widerstand weiter beträchtlich erniedrigt werden konnte.

Die in Bild 1 angegebenen Gleichstrom-Kennlinien ermöglichen eine beträchtliche Steigerung der Durchlaß-Belastbarkeit gegenüber den heute noch weit verbreiteten „normalen“ Selen-Gleichrichtern, deren Durchlaß-Kennlinien innerhalb des schraffierten Bereiches verlaufen. Der Durchlaß-Widerstand der neuen Platten beträgt bei Raumtemperatur im Mittel etwa  $1,4 \Omega \cdot \text{cm}^2$  gegenüber etwa 3 bis  $6 \Omega \cdot \text{cm}^2$  für die bisher verwendeten Plattentypen. Bei der für die neuen Hochstrom-Gleichrichter zulässigen höchsten Plattentemperatur von etwa  $85^\circ\text{C}$  beträgt der Durchlaß-Widerstand  $1 \Omega \cdot \text{cm}^2$  bei einer Schleusenspannung von etwa 0,45 V.

Die Temperatur-Abhängigkeit beider Größen zeigt Bild 1b. Da beide Größen einen negativen Temperatur-Koeffizienten haben, ist auf der Durchlaßseite die Temperatur-Stabilität stets gesichert. Sie ist nur begrenzt durch die oberhalb  $85^\circ\text{C}$  allmählich zunehmende, als „Durchlaß-Alterung“ bezeichnete Erhöhung des Spannungsabfalles, die wiederum die Lebensdauererwartung bestimmt. Zwischen Plattentemperatur, Belastungsstromdichte und Lebensdauer bestehen bei gegebenen Kühlbedingungen eindeutige Beziehungen. Bei  $35^\circ\text{C}$  Umgebungstemperatur, Luftselbstkühlung und etwa  $80 \text{ mA/cm}^2$  Belastungs-Stromdichte<sup>2)</sup>

1) Um die Zahlenangaben von der wirksamen Fläche des Gleichrichters unabhängig zu machen, werden alle flächenabhängigen Größen im folgenden stets auf die Flächeneinheit ( $1 \text{ cm}^2$ ) bezogen. Durchlaß- und Sperrströme sind daher spezifische Größen im üblichen Sinne (Stromdichten) und haben die Dimension  $\text{mA/cm}^2$  oder  $\text{A/cm}^2$ . Sie werden entweder als reine Gleichstromwerte (Bild 1, 5, 6) oder als arithmetischer Mittelwert über die volle Periode der Einwegschaltung angegeben. Durchlaß- und Sperrwiderstände, die entweder als „differenzielle“ Größen  $r = du/di$  oder als „integrale“ Größen  $r = u/i$  angegeben werden ( $r_D = du/di$  im geradlinigen Teil der Durchlaßkennlinie nach Bild 1a oder  $r = u/i$  in Bild 8), werden als Produkt  $\rho \cdot d$  (spezifischer Widerstand  $\cdot$  Schichtdicke) definiert. Ihre „spezifischen“ Werte haben daher abweichend von der üblichen Dimension  $\Omega \cdot \text{cm}$  hier die Dimension  $\Omega \cdot \text{cm}^2$  (Plattenwiderstand  $\cdot$  Plattenfläche). Der „spezifische“ Durchlaßwiderstand  $r_D$  ergibt sich also aus der Schichtdicke der gesamten Halbleiterschicht (rd.  $60 \mu\text{m}$ ) und dem spezifischen Widerstand des Selen, der „spezifische“ Sperrwiderstand  $r_{\text{max}}$  in Tafel 3 und 4 aus der Sperrschichtdicke und dem um Größenordnungen höheren spezifischen Widerstand der Raumladungsschicht. [Näheres siehe ETZ-A Bd. 74 (1953) S. 260.] In gleicher Weise sind die in der Halbleiter- oder Sperrschicht auftretenden „spezifischen“ Verlustleistungen  $p_D$  oder  $p_{\text{Sp}}$  aufzufassen.

Für die in der Gleichrichtertechnik ebenfalls häufig verwendeten Größen des auf die Flächeneinheit  $1 \text{ cm}^2$  bezogenen angegebenen Gleichstromes oder Durchlaßwiderstandes einer aus mehreren Zweigen bestehenden vollständigen Schaltung sind die entsprechenden „schaltungs-abhängigen“ Umrechnungsfaktoren sinngemäß zu berücksichtigen. So ergeben sich z. B. für die in den IEC-Empfehlungen für Halbleiter-Gleichrichter festgelegte aus 4 Einzelplatten bestehende Einphasen-Brückenschaltung je Flächeneinheit die doppelten Werte der Gleichstromdichte einer Platte in E-Schaltung für den angegebenen Gleichstrom (siehe Tafel 3, 4 und 5 oder Gleichung (2)), während der Durchlaß-Widerstand zahlenmäßig dem Wert der Einweg-Schaltung entspricht (2 Platten in Reihe, 2 Platten parallel). Beim Vergleich von Schrifttum oder Katalog-Angaben verschiedener Hersteller ist hierauf besonders zu achten.

Im folgenden werden alle „spezifischen“ Größen mit kleinen Buchstaben z. B.  $i_D$ ,  $r_D$ , alle auf die Schaltung bezogenen Größen aber mit großen Buchstaben z. B.  $I$  oder  $U$  bezeichnet.

2) Gemessen als arithmetischer Mittelwert der Einwegschaltung über die volle Periode. In Brückenschaltung gelten je Flächeneinheit die doppelten Werte. S. Tafeln 3, 4 und 5.

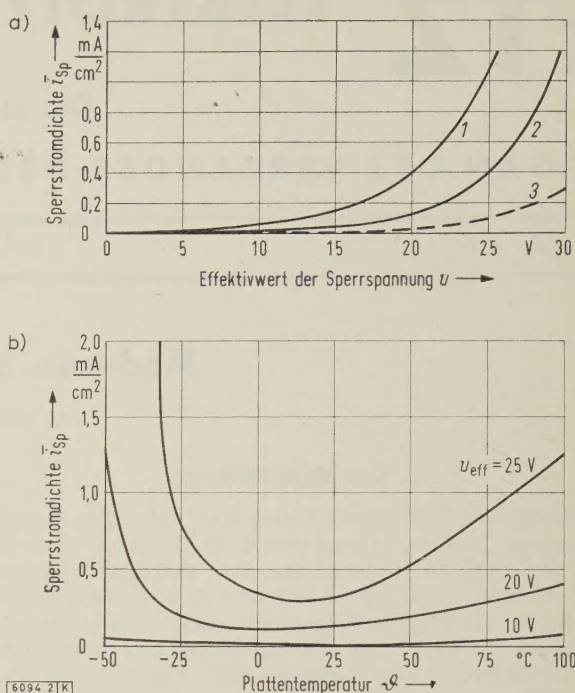


Bild 2. Dynamische Sperrkennlinien von Hochstrom-Gleichrichtern und Temperatur-Abhängigkeit des Sperrstroms.

1 Grenzkennlinie  $85^\circ\text{C}$  3 mittlere Sperrkennlinie  $25^\circ\text{C}$   
2 Grenzkennlinie  $25^\circ\text{C}$

haben Hochstrom-Gleichrichter eine mittlere Nennbetriebsdauer nach DIN 41 760 von etwa 100 000 Stunden. Zu Beginn des Dauerbetriebs stellt sich eine Plattentemperatur von  $70^\circ\text{C}$  ein.

Ganz anders verhalten sich die Sperreigenschaften in Abhängigkeit von der Temperatur. In Bild 2a sind die Sperrkennlinien und in Bild 2 ist die reversible Temperatur-Abhängigkeit der Sperrstromdichte (gemessen als arithmetischer Mittelwert über eine volle Periode) für verschiedene Werte der Anschluß-Wechselspannung angegeben. Bei Nennsperrspannung liegt das „Minimum“ etwa bei  $25^\circ\text{C}$ , wobei der Sperrstrom sowohl nach tiefen als auch nach höheren Temperaturen hin ansteigt. Hochstrom-Gleichrichter sind daher auf der Sperrseite allein instabil. Die thermische Betriebsstabilität wird erst durch das Zusammenwirken mit der Durchlaßseite erreicht und hängt von dem Beitrag der Durchlaß- und Sperrverluste an der Gesamtwärmung, d. h. von der Bemessung ab.

Die spezifischen Durchlaß- und Sperrverluste lassen sich nach folgenden Formeln berechnen:

$$\left. \begin{aligned} p_D &= u_S \cdot i_D + r_D (\bar{i}_D \cdot i_D)^2 \\ p_{\text{Sp}} &= u_{\text{eff}} \cdot i_{\text{Sp}} \cdot f_{\text{Sp}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- $u_S$  Schleusenspannung
- $r_D$  spezifischer Durchlaß-Widerstand
- $i_D$  Formfaktor des Durchlaßstromes
- $f_{\text{Sp}}$  Formfaktor des Sperrstromes
- $i_D$  Durchlaß-Stromdichte
- $i_{\text{Sp}}$  Sperr-Stromdichte
- $u_{\text{eff}}$  Sperr-Spannung (Anschlußspannung)

Aus Bild 1b und 2b ergeben sich für eine effektive Anschlußspannung von 25 V je Platte die in Tafel 1 angegebenen Werte für die spezifischen Verluste in Abhängigkeit von der Belastungs-Stromdichte bei der sich einstellenden Plattentemperatur  $\vartheta_a$  unter der Annahme einer konstanten Umgebungstemperatur von  $35^\circ\text{C}$ .

Die Gleichrichtersäulen werden insbesondere bezüglich des Plattenabstandes so aufgebaut, daß mit Eigenkühlung die Säulen-Übertemperatur bei  $p_g = 75 \text{ mW/cm}^2$  etwa  $30 \text{ grd.}$

Tafel 1. Spezifische Verluste.

$\bar{i}_D$ mA/cm <sup>2</sup>	$\vartheta_a$ °C	$p_D$ mW/cm <sup>2</sup>	$p_{Sp}$ mW/cm <sup>2</sup>	$p_g = p_D + p_{Sp}$ mW/cm <sup>2</sup>	$p_{Sp}$ % von $p_g$
25	46	14,2	19,4	33,6	58
50	54	31,3	22,5	53,8	42
75	64	50,7	26,2	76,9	34
100	76	71,8	30,6	102,4	30
200	140	179,0	56,0	235,0	24

beträgt. So ergeben sich die Platten-Anfangstemperaturen  $\vartheta_a$  der Tafel 1 bei 35 °C Umgebungstemperatur nach Erreichen des Temperatur-Gleichgewichtes, die ihrerseits die tatsächlichen Verluste am Anfang des Dauerbetriebes bestimmen. In Bild 3 ist der prozentuale Anteil der Sperrverluste bei der gleichen Plattentemperatur  $\vartheta_a$  sowie die zugehörige Säulen-Übertemperatur  $\Theta_{\bar{u}}$  als Funktion der Belastungs-Stromdichte dargestellt. Weiter sind angegeben der Rückgang der Durchlaßverluste  $-\Delta p_D$  und der Anstieg der Sperrverluste  $+\Delta p_{Sp}$  letztere für die mittlere und die Grenzkennlinie nach Bild 2, beim Erwärmen des belasteten Gleichrichters auf seine Betriebstemperatur.

Man erkennt aus dem Diagramm, daß oberhalb einer Belastungs-Stromdichte von etwa 100 mA/cm<sup>2</sup> der Rückgang von  $p_D$  den Anstieg von  $p_{Sp}$  weit überwiegt und die Sperrverluste einen Grenzwert von 23 % der Gesamtverluste nicht überschreiten. Auch bei länger andauernder Strom-Überlastung (Stunden oder Tage) ist somit die Temperaturstabilität in jedem Falle gewährleistet. Erst eine Stromdichte von etwa 200 mA/cm<sup>2</sup> führt zu einer solchen Übertemperatur, daß die Kontaktschicht abschmilzt. Hier liegt die Grenze der Belastbarkeit.

Bei Spannungs-Überlastung ist primär der Anstieg des Sperrstroms entsprechend Bild 2 maßgebend, während die Temperatur-Abhängigkeit des Sperrstroms die Wirkung der Überspannung nur verstärkt. Bereits bei einer Verdoppelung des Sperrstroms, die schon bei 12 % Überspannung erreicht wird, überwiegt für die Grenzkennlinie der Anstieg der Sperrverluste  $+\Delta p_{Sp}$  bei ansteigender Übertemperatur im gesamten Belastungsbereich den Rückgang der Durchlaßverluste  $-\Delta p_D$ . Der Gleichrichter wird thermisch instabil. Da für Leistungs-Gleichrichtersätze normaler Konstruktion die Zeitkonstante der Erwärmung bei Luftselbstkühlung

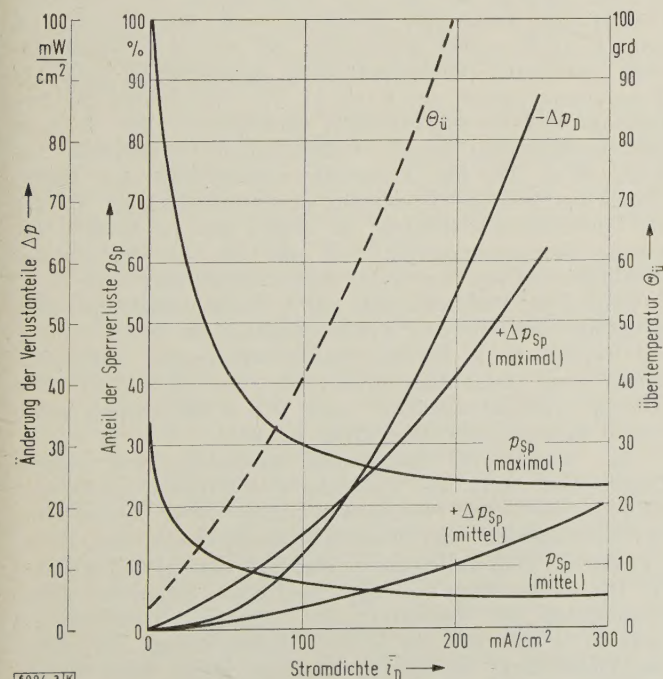


Bild 3. Anteil der Sperrverluste in Abhängigkeit von Belastungsstromdichte und Gleichgewichts-Temperatur im Betrieb.

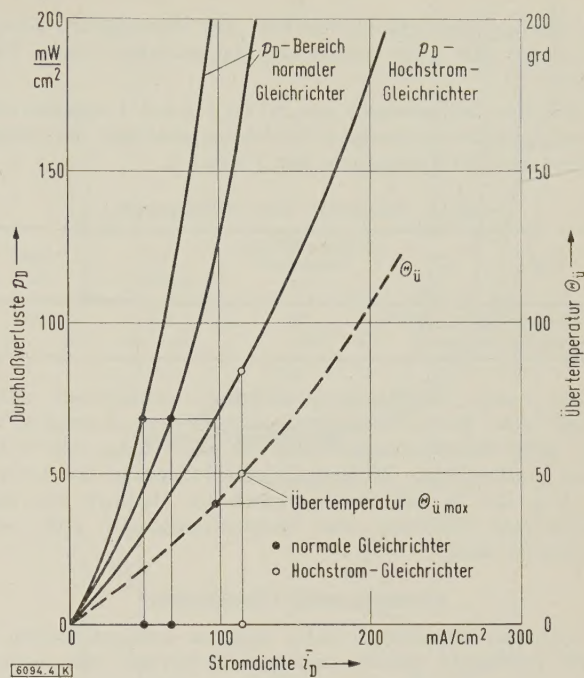


Bild 4. Bestimmung der Belastungs-Stromdichte aus Übertemperatur und Durchlaßverlusten.

etwa 5 min beträgt, sind Spannungsspitzen von einigen Sekunden Dauer nicht kritisch, solange nicht die etwa 30 % über dem Scheitelwert der Nennsperrspannung liegende Durchschlagsfestigkeit der Sperrschicht überschritten wird. Eine länger als etwa 10 s andauernde Spannungs-Überlastung über die listenmäßig zulässigen Grenzwerte hinaus (Nennspannung + 10 %) ist unzulässig. Für die mittlere Sperrkennlinie tritt die Instabilität erst bei 20 % Überspannung ein. Bei Gleichrichtersäulen für Fremdkühlung, die Stromdichten von mehr als 200 mA/cm<sup>2</sup> haben, ist die Temperatur-Abhängigkeit der Sperrverluste von geringer Bedeutung, da der prozentuale Anteil der Sperrverluste an den gesamten Verlusten abnimmt und die Übertemperatur zum Begrenzen der Durchlaßalterung infolge hoher Stromdichten durch entsprechende Bemessung der Kühlung niedriger gehalten wird. Überspannungen von mehr als 20 % sollten aber auch bei Fremdkühlung vermieden werden.

Durch besondere technologische Maßnahmen bei der Herstellung kann die Überspannungs-Empfindlichkeit verringert werden. Derartige Maßnahmen bewirken, daß bei länger andauerndem Temperatur-Anstieg durch langsames „Nachformieren“ eine bleibende Erhöhung des Sperrwiderstandes eintritt, die schließlich zu einer Stabilisierung des Sperrstroms und damit auch der Temperatur führt. Eine Zerstörung der Gleichrichter im Leerlauf-Betrieb kann damit vermieden werden. Aus den gleichen Gründen werden häufig die Sperreigenschaften nicht ganz korrekt als „temperatur-unabhängig“ bezeichnet.

Die spezifische Strombelastbarkeit  $\bar{i}_D$  von Hochstrom-Gleichrichtern im Vergleich mit normalen Leistungs-Gleichrichtern gleicher Nennspannung ist für Luftselbstkühlung, unter Zugrundelegung der Zahlenwerte in Tafel 1, Bild 4 zu entnehmen. Zum Berechnen des effektiven Wirkungsgrades  $\eta_{eff}$ , der nur die Gleichrichterverluste enthält, gilt bei Einphasen-Brückenschaltung die Beziehung

$$\eta_{eff} = \frac{\bar{U} \cdot \bar{I} \cdot \bar{i}_p^2}{\bar{U} \cdot \bar{I} \cdot \bar{i}_p^2 + 4(p_{Sp} + p_D)} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

$$\bar{U} = (U_{eff} - 2 \cdot \bar{u}_D \cdot \bar{i}_D) \cdot \frac{1}{\bar{i}_D}$$

den arithmetischen Mittelwert der abgegebenen Gleichspannung,

$\bar{I}$  den arithmetischen Mittelwert des abgegebenen Gleichstromes (für 1 cm<sup>2</sup> wirksamer Plattenfläche). (Siehe Fußnote 1.)

Mit den Zahlenwerten aus Bild 1 und 4 ergeben sich für die höchsten zulässigen Plattentemperaturen die Stromdichten und Wirkungsgrade der Tafel 2.

Tafel 2. Stromdichten und Wirkungsgrade.

	höchste Platten-Temperatur °C	$\bar{I}_D$ mA/cm <sup>2</sup>	$\eta_{eff}$ %
Hochstrom-Gleichrichter	85	115	94,5
Normale-Gleichrichter	75	48 ... 66	90 ... 92,5

Die neuen Hochstrom-Gleichrichter ermöglichen daher bei gleichem Einbauvolumen gegenüber den „normalen Typen“ eine Belastbarkeits-Steigerung von 75 bis 140 % bei einer gleichzeitigen Wirkungsgradverbesserung um etwa 2 bis 4 %, die in der Praxis jedoch im Hinblick auf eine gleichzeitige Erhöhung der Nennbetriebsdauer nicht voll ausgenutzt wird.

### Hochspannungs-Gleichrichter

Hochspannungs-Gleichrichter sind, da weniger Platten in Reihe geschaltet werden müssen, bevorzugt zum Gleichrichten hoher Wechselspannungen bei verhältnismäßig kleiner Nutzleistung bestimmt. Das Säulenvolumen und die spezifische Belastbarkeit bei Eigenkühlung sind dabei weniger wichtig, da es sich meist um besondere Konstruktionen mit ohnehin verbesserter Kühlung handelt. Auch der Wirkungsgrad-Abfall infolge der hohen Stromdichten bei Fremdkühlung spielt eine untergeordnete Rolle.

Der entscheidende Vorteil der hochsperrenden Gleichrichter liegt jedoch in den Anwendungen als Gleichstrom-Sperrventil für Steuerungs- und Regelungsaufgaben aller Art. In diesen Fällen interessiert vor allem ein möglichst kleiner Sperrstrom bei reiner Gleichspannung, d.h. der hohe Sperrwiderstand, den diese Gleichrichter im gesamten Sperrbereich aufweisen (Kriechfestigkeit).

Im Hinblick auf diese Forderungen wurden besondere hochsperrende Gleichrichter entwickelt, welche die gewünschten Eigenschaften möglichst vollständig aufweisen.

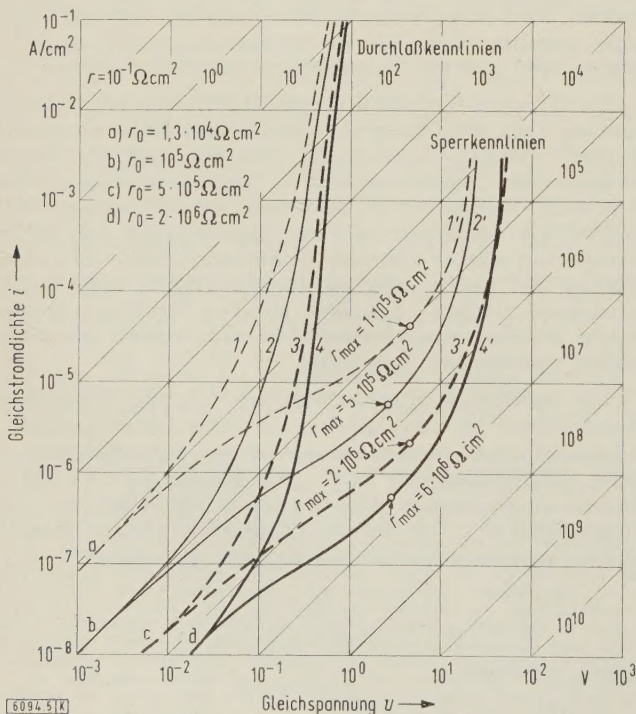


Bild 5. Vergleich der Gesamtkennlinien von Hochstrom-Gleichrichtern und Hochspannungs-Gleichrichtern.

1 Hochstrom-Gleichrichter 85 °C 3 Hochspannungs-Gleichrichter 70 °C  
2 Hochstrom-Gleichrichter 25 °C 4 Hochspannungs-Gleichrichter 25 °C

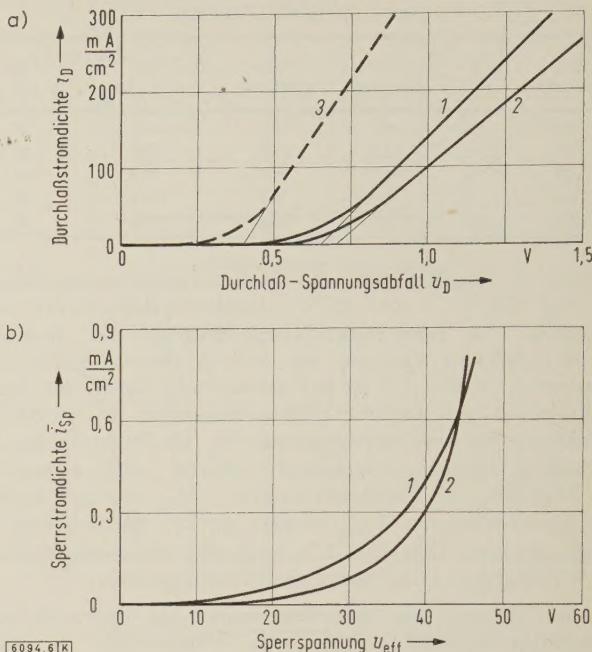


Bild 6. Durchlaß- und Sperrkennlinien von Hochspannungs-Gleichrichtern  
1 bei 70 °C 2 bei 25 °C  
3 auf 25 V reduzierte Durchlaß-Kennlinie bei 70 °C

Wegen der physikalisch bedingten Wechselwirkung zwischen Sperrfähigkeit und Durchlaß-Eigenschaften kann im allgemeinen eine geringe Verschlechterung der Durchlaß-Kennlinien nicht ganz vermieden werden.

In Bild 5 sind die mittleren Gleichstrom-Kennlinien von Hochspannungs-Gleichrichtern den Kennlinien von Hochstrom-Gleichrichtern gegenübergestellt. Die hier verwendete doppelt logarithmische Darstellung in Durchlaß- und Sperrrichtung ermöglicht, neben einem Vergleich des Kennlinienverlaufes bis zu kleinsten Spannungen, auch eine genaue Feststellung ihrer wichtigsten Kenndaten

$r_0$  = Nullwiderstand (bei Vorspannung 0),

$r_{max}$  = größter Sperrwiderstand (bei etwa -2 V).

Die Temperatur-Abhängigkeit dieser Größen ist ebenfalls daraus ersichtlich.

Den Verlauf der für eine Anwendung als Leistungs-Gleichrichter benötigten Durchlaß- und Sperr-Kennlinien zeigt Bild 6, wobei gleichzeitig die auf 25 V Nennspannung „reduzierte“ Durchlaßkennlinie angegeben ist, die einen Kennlinienvergleich mit Bild 1, d.h. von Säulen gleicher Nennanschluß-Wechselspannung ermöglicht. Die höchste Betriebstemperatur dieser Hochspannungs-Gleichrichter beträgt 70 °C. Da die Temperaturabhängigkeit des Sperrstroms bei Nennsperrspannung wesentlich geringer als die der Hochstrom-Gleichrichter ist, ergibt sich die höchste zulässige Betriebstemperatur nur aus der Begrenzung der Durchlaß-Alterung. Bei einer Plattentemperatur von 70 °C zu Beginn des Dauerbetriebes (35 °C Umgebungstemperatur) berechnet sich mit den Kennliniendaten in Bild 6 unter der Voraussetzung gleicher Einbaubedingungen (Plattenabstand) eine Belastungs-Stromdichte von 55 mA/cm<sup>2</sup>. Die mittlere Nennbetriebsdauer nach DIN 41 760 beträgt unter diesen Bedingungen etwa 50 000 Stunden.

Bei Betrieb als Sperrventil (Belastung mit reinem Gleichstrom) bleibt die Zunahme des Durchlaß-Spannungsabfalles bei dieser Temperatur unter 10 %, wobei eine Gleichstromdichte von 80 mA/cm<sup>2</sup> entsprechend dem Effektivwert des Halbwellenstroms der Einwegschaltung zulässig ist. Die Einbaulänge verringert sich dabei gegenüber Hochstromsäulen im Verhältnis der Nennsperrspannung auf etwa 62 %, während das Säulenvolumen infolge der größeren Plattenfläche annähernd konstant bleibt. Eine Gegenüberstellung der Mittelwerte aller wichtigen Kenndaten enthält Tafel 3:

Tafel 3. Gegenüberstellung der Kenndaten von Hochstrom- und Hochspannungs-Gleichrichtern.

Kenndaten		Hochstrom-Gleichrichter	Hochspannungs-Gleichrichter
höchste Betriebstemperatur $\vartheta_{\max}$	$^{\circ}\text{C}$	85	70
$r_D$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	$\Omega \cdot \text{cm}^2$	1,0	2,5
$u_S$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	V	0,45	0,65
Nenngleichstrom $\bar{I}$	B-Schalt. mA/cm <sup>2</sup>	160	100
Nennsperrspannung $U_{\text{eff}}$	bei 35 $^{\circ}\text{C}$ V	25	40
Nenngleichspannung $\bar{U}$	Umgebungstemp. V	20	33
Sperrgleichstrom $i_{Sp}$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	bei 15 V $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	250	10
Größter Sperrwiderstand $r_{\max}$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	$\Omega \cdot \text{cm}^2$	$1 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$
Abgegebene Leistung $p_a$	W/cm	0,8	0,82
effektiver Wirkungsgrad $\eta_{\text{eff}}$	%	94,5	95
Nennbetriebsdauer nach DIN 41 760 (im Mittel)	h	100 000	50 000

Man erkennt daraus, daß beide Gleichrichtertypen bei Eigenkühlung und Nennanschlußspannung hinsichtlich der abgegebenen Nutzleistung weitgehend übereinstimmen, wobei sich der Hochspannungstyp durch seinen geringen Sperrstrom bei gleicher Spannung auszeichnet. Aus diesem Grunde ist für hochsperrende Platten eine größte Gleichspannung von 30 V zulässig, wobei ein Sperrstrom von  $300 \mu\text{A}/\text{cm}^2$  nicht überschritten wird. Die Überlegenheit der Hochstrom-Gleichrichter erstreckt sich vor allem auf die Gleichrichtung hoher Ströme mit Fremdkühlung, da hierbei ihr kleiner Innenwiderstand erhebliche Vorteile bringt.

### Hochtemperatur-Gleichrichter

Bei Umgebungstemperaturen von mehr als  $75^{\circ}\text{C}$  können die bisher behandelten Gleichrichtertypen nicht mehr mit ausreichender Betriebssicherheit verwendet werden. Die Hochstrom-Gleichrichter werden in Sperrichtung zunehmend instabil und bei den hochsperrenden Gleichrichtern bedingt die zunehmende Durchlaß-Alterung die Begrenzung. Durch Vermindern der Nenndaten läßt sich die Temperaturgrenze noch um 5 bis  $10^{\circ}\text{C}$  heraufsetzen.

Bei besonderen Anwendungen treten aber Umgebungstemperaturen von 100 bis  $120^{\circ}\text{C}$  auf, wobei im allgemeinen als Nebenbedingung genügt, wenn der Gleichrichter bei voller Nennanschlußspannung 10 000 Stunden betriebsfähig bleibt und der Durchlaß-Spannungsabfall sich gegenüber dem Neuzustand nicht mehr als verdoppelt. Gleichrichter, die diese Eigenschaften aufweisen, werden als Hochtemperatur-Gleichrichter bezeichnet.

Um die genannten Bedingungen zu erfüllen, ist ein geeignetes Temperaturverhalten der Sperrkennlinie die wichtigste Voraussetzung. Hohe Sperrfähigkeit und geringe Durchlaß-Alterung bei höchsten Temperaturen sind wünschenswerte Nebeneigenschaften, die eine gute Leistungsausnutzung der Säulen bestimmen.

Die technologische Schwierigkeit beim Entwickeln solcher Eigenschaften besteht darin, daß sich bei extrem hohen Betriebstemperaturen neben der zunehmenden Durchschlagsneigung eine Eigenschaft der Gleichrichter ungünstig bemerkbar macht, die als „Deformierung“ bezeichnet wird. Sie äußert sich vor allem im Betrieb mit reiner Gleichstrombelastung in einem langsamen Anstieg des Sperrstroms, der schließlich beim Umschalten auf Sperrbelastung den Ausfall des Gleichrichters zur Folge hat. Als physikalische Ursache ist ein teilweiser Abbau des während der Fertigung durch Belastung in Sperrichtung (Formierung) erzielten Raumladungsgleichgewichtes anzusehen, ein Vorgang, der durch hohe Temperaturen und reine Durchlaßbelastung begünstigt wird. Zu der Forderung nach einer geringen Temperatur-Abhängigkeit des Sperrstroms im Neuzustand kommt also als entscheidende Bedingung eine geringe „Deformierungsneigung“ hinzu, die nur durch be-

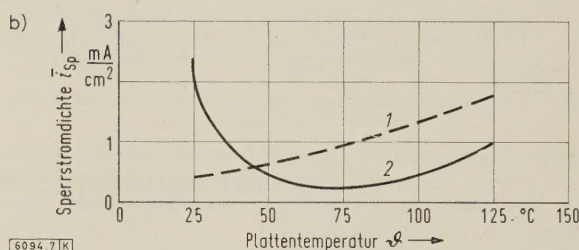
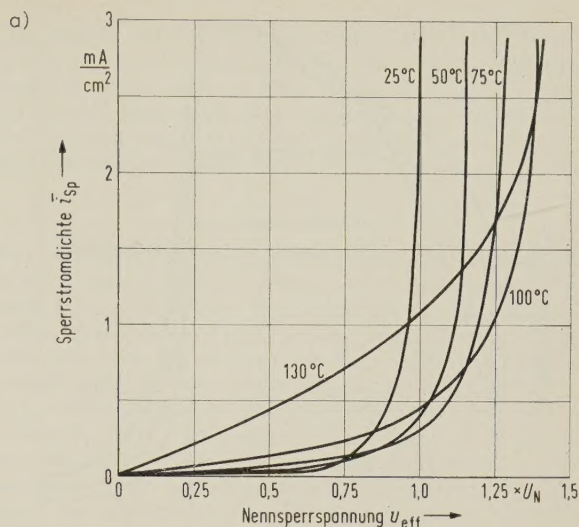


Bild 7. Temperatur-Abhängigkeit der Sperrkennlinien von Hochtemperatur-Gleichrichtern.

1 Hochstrom-Gleichrichter 2 Hochtemperatur-Gleichrichter

sondere Maßnahmen bei der Herstellung erreicht werden kann.

In Bild 7 ist der typische Temperaturverlauf der Sperrkennlinien solcher in den USA gefertigten Hochtemperatur-Gleichrichter angegeben. Die größte Belastungsstromdichte läßt sich nur auf Grund von Alterungsversuchen bei hoher Umgebungstemperatur ermitteln, wobei die Bedingung einer Betriebsfähigkeit von etwa 10 000 Stunden zugrundegelegt ist. Die Kenndaten je einer für 26 und 45 V Nennspannung gefertigten amerikanischen Hochtemperaturplatte enthält Tafel 4.

Tafel 4. Kenndaten amerikanischer Hochtemperatur-Gleichrichter.

Kenndaten		26 V	45 V
höchste Betriebstemperatur $\vartheta_{\max}$	$^{\circ}\text{C}$	130	120
$r_D$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	$\Omega \cdot \text{cm}^2$	3,0	4,0
$u_S$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	V	0,45	0,45
$r_D$ (bei $25^{\circ}\text{C}$ )	$\Omega \cdot \text{cm}^2$	3,2	4,2
$u_S$ (bei $25^{\circ}\text{C}$ )	V	0,60	0,95
Nenngleichstrom $\bar{I}$	B-Schaltung mA/cm <sup>2</sup>	60	60
Nennsperrspannung $U_{\text{eff}}$	bei $\vartheta_{\max}$ V	26	45
Nenngleichspannung $\bar{U}$	bei $\vartheta_{\max}$ V	19	35
Sperrgleichstrom $i_{Sp}$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	bei 15 V $\mu\text{A}/\text{cm}^2$	500	300
größter Sperrwiderstand $r_{\max}$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	$\Omega \cdot \text{cm}^2$	$3 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$
abgegebene spezifische Leistung $p_a$	W/cm <sup>2</sup>	0,29	0,53
effektiver Wirkungsgrad $\eta_{\text{eff}}$	%	92,5	94,5
Nennbetriebsdauer (bei $\vartheta_{\max}$ )	h	> 10 000	< 10 000

Diese amerikanischen Hochtemperaturplatten haben bei kleiner Vorspannung eine Temperatur-Abhängigkeit der Kennlinien, die hinsichtlich Vorzeichen und Größenordnung normalen Leistungs-Gleichrichtern entspricht. Charakteristisch ist neben der etwas geringeren Temperatur-Abhängigkeit des Durchlaßwiderstandes  $r_D$  (mit üblichem Vorzeichen) jedoch das Verhalten der Sperrkennlinie im Bereich der Nennspannung: ihr Temperaturkoeffizient ist umgekehrt (positiv) und mit zunehmender Spannung an-

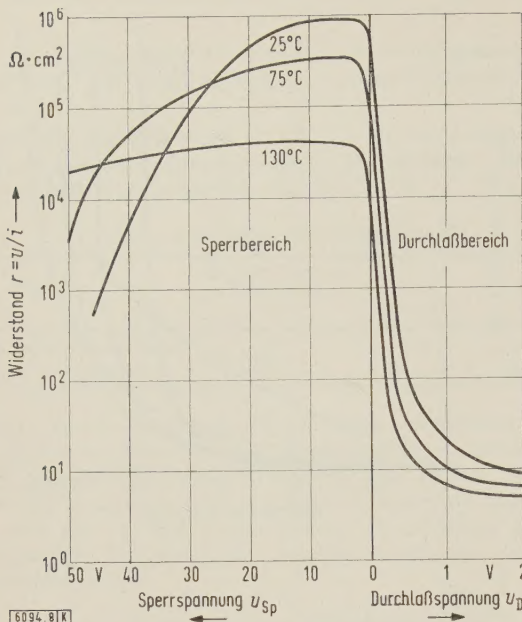


Bild 8. Temperatur-Abhängigkeit der Widerstands-Kennlinien von Hochtemperatur-Gleichrichtern.

steigend. Hieraus ergibt sich die Betriebsstabilität auch bei extrem hohen Betriebstemperaturen. An Hand der Widerstands-Kennlinien in Bild 8 ist diese Eigenschaft zu erkennen.

Wie bereits erwähnt, kommt als weitere Bedingung hinzu, daß der nach Einstellung des Temperatur-Gleichgewichtes unter Last erreichte Sperrstrom während des Dauerbetriebes stabil ist. In Bild 9 sind die gemessenen Alterungskurven der amerikanischen Hochtemperatur-Gleichrichter unter Betriebsbedingungen nach Tafel 4 angegeben. Man ersieht daraus, daß nach einem anfänglichen Anstieg der Sperrstrom wieder zurückgeht, wodurch die Stabilität der Sperrverluste gewährleistet ist.

Die aus Tafel 4 für 10 000 Stunden entnommene Belastungsstromdichte beträgt bei 110 °C Umgebungstemperatur etwa 30 mA/cm² bei Nennanschlußspannung. Diese Stromdichte ist im Vergleich mit Hochstrom-Gleichrichtern gering. Hinzu kommt infolge des verhältnismäßig hohen spezifischen Durchlaßwiderstandes (3 bis 4 Ω·cm²) ein höherer Spannungsabfall, der wiederum bei gegebener Anschlußspannung eine niedrigere Gleichspannung zur Folge hat.

Man war daher bestrebt, die bei der Entwicklung der neuen Hochstrom-Gleichrichter erzielten erheblichen Verbesserungen der Durchlaßqualität so mit den Eigenschaften der Hochtemperatur-Gleichrichter zu verbinden, daß die höhere spezifische Belastbarkeit bei gleichzeitig verbessertem Wirkungsgrad auch bei hohen Umgebungstemperaturen ausgenutzt werden kann.

Als Ergebnis dieser Bemühungen ist es nunmehr bei SEL gelungen, einen „Hochstrom-Hochtemperatur“-Gleichrichter herzustellen, der, bei 70 °C Umgebungstemperatur mit Nennspannung und Nennstrom betrieben, eine Nennbetriebsdauer nach DIN 41 760 von mehr als 10 000 Stunden erreicht. Die Kenndaten dieses neuen Sondertyps enthält Tafel 5.

Aus Bild 10 sind Belastungsstrom und Nennbetriebsdauer nach DIN 41 760 in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur zu entnehmen. Das Betriebsverhalten bei 110 °C Umgebungstemperatur und einem Belastungsstrom von 0,3 × I<sub>N</sub> ist in Bild 9 den Kurven gleicher Belastungsstromdichte der älteren Typen gegenübergestellt.

Im Durchlaßverhalten sind die neuen Hochtemperatur-Gleichrichter ganz beträchtlich besser. Der im Sperrverhalten vorhandene Unterschied liegt innerhalb der üblichen Streuung und hat wegen des prozentual geringen Anteiles der Sperrverluste an den Gesamtverlusten keine wesentliche Bedeutung.

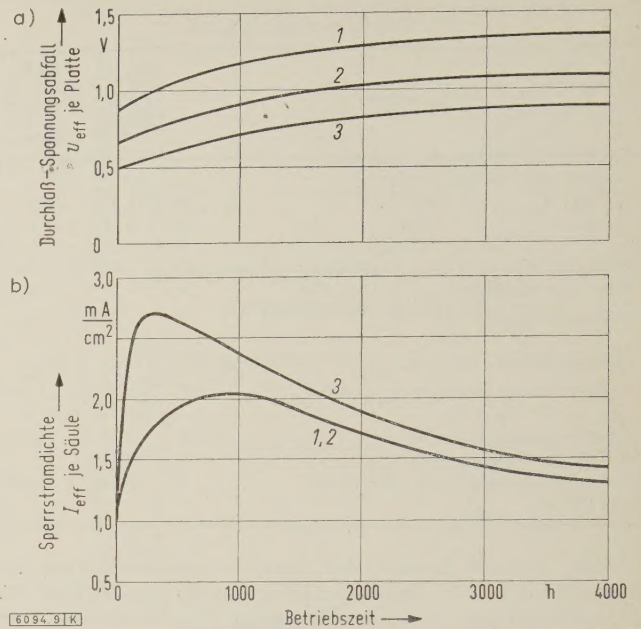


Bild 9. Betriebsmäßige Änderungen des Durchlaß-Spannungsabfalles und des Sperrstromes (Umgebungstemperatur 110 °C).

- 1 USA-Hochtemperatur-Gleichrichter (45-V-Typ)
- 2 USA-Hochtemperatur-Gleichrichter (26-V-Typ)
- 3 SEL-Hochstrom-Hochtemperatur-Gleichrichter (25-V-Typ)

Tafel 5. Kenndaten der SEL-Hochstrom-Hochtemperatur-Gleichrichter.

Kenndaten		
höchste Betriebstemperatur $\vartheta_{\max}$	°C	130
$r_D$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	Ω · cm²	1,0
$u_S$ (bei $\vartheta_{\max}$ )	V	0,45
Nenngleichstrom $\bar{I}$	B-Schaltung bei 70 °C Umgebung mA/cm² V V	160
Nennsperrspannung $U_{\text{eff}}$		25
Nennleichspannung $U$		20
Nennbetriebsdauer nach DIN 41 760 (im Mittel)	h	> 10 000

Bei der Anwendung des Diagrammes in Bild 10 ist zu berücksichtigen, daß der raschere Abfall der Nennbetriebsdauer mit zunehmender Umgebungstemperatur im Bereich unterhalb etwa 100 °C eng mit dem „Sättigungscharakter“ der Durchlaß-Alterung zusammenhängt. Bei ge-

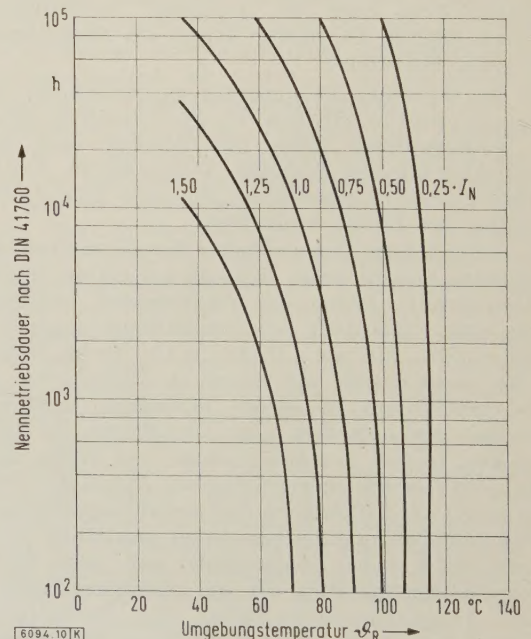


Bild 10. Zusammenhang zwischen Nennbetriebsdauer und Belastungsstrom für SEL-Hochstrom-Hochtemperatur-Gleichrichter.

ringer Zunahme der Anfangs-Alterung wird nämlich die auf Grund der DIN-Definition einzuhaltende Nenngleichspannung nach Tafel 5 bereits unterschritten, ohne daß die Betriebsfähigkeit, die ein Mehrfaches dieser Werte erreicht, dadurch gefährdet wird.

Die Einhaltung der Umgebungstemperatur ist daher bei weitem nicht so kritisch wie dies auf Grund des Diagramms zunächst erscheint.

Oberhalb 100 °C dagegen folgt die Begrenzung der Umgebungstemperatur auch bei verminderter Belastung allein aus der höchsten Betriebstemperatur der Platten, bei der noch eine ausreichende thermische Betriebsstabilität der Sperreigenschaften gewährleistet ist. Diese absolute Grenze der Umgebungstemperatur liegt bei etwa 120 °C und darf grundsätzlich nicht überschritten werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß mit den verbesserten Selen-Gleichrichtern neben einer Erhöhung ihrer Wirtschaftlichkeit in dem bisherigen Hauptanwendungsbereich als Leistungs-Gleichrichter neue Anwendungsmöglichkeiten für Steuerungs- und Regelzwecke der verschiedensten Art in der elektronischen und Nachrichten-Vermittlungstechnik sowie für Sonderzwecke erschlossen

werden können. Hierfür mußten bisher andere Gleichrichter-Bauelemente vorgesehen werden. Der Selen-Gleichrichter vermag in allen diesen Fällen nicht nur aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus, sondern vor allem wegen seiner Unempfindlichkeit gegen Stoßbelastung echte technische Vorteile zu bieten.

Zusammenfassung

Die elektrischen Eigenschaften der Selengleichrichter konnten in den letzten Jahren erheblich verbessert werden. Da sich alle gewünschten Eigenschaften aus physikalischen Gründen in einem einzigen Typ nur begrenzt verwirklichen lassen, war man gleichzeitig bemüht, verschiedene Typen zu entwickeln, die den Forderungen der unterschiedlichen Anwendungen möglichst gut entsprechen. Als Ergebnis solcher Bemühungen sind heute im wesentlichen 3 Typen von Gleichrichtern auf dem Markt, die als „Hochstrom“- „Hochspannungs“- und „Hochtemperatur“-Gleichrichter gekennzeichnet werden können. Da für die günstigste Anpassung eines Gleichrichters an eine besondere Aufgabe die Kenntnis seiner Eigenschaften Voraussetzung ist, werden diese für die genannten Typen eingehend behandelt.

Gleichlaufregelung mit Umschlingungsgetrieben

Von Kurt Hamerak, Bad Homburg v. d. H.

DK 621.3.078-531.6 : 621.851.4.062.1

In der Antriebstechnik kommt es häufig vor, daß zwei Einzelantriebe so aufeinander abgestimmt werden müssen, daß das Verhältnis ihrer Drehzahlen unverändert konstant bleibt, obgleich die Drehzahlen innerhalb eines größeren Bereiches variieren und die Belastung der Maschine zwischen Leerlauf und Nennbelastung schwankt. Während die Drehzahl des einen Antriebes (Leit- oder Kommandoantrieb) entsprechend den jeweiligen betrieblichen Bedingungen von Hand oder selbsttätig nach einem bestimmten Programm verändert wird, muß sich die Drehzahl des anderen Antriebes (Folgeantrieb) der Leitdrehzahl ständig möglichst verzögerungsarm anpassen.

Umschlingungstriebe mit stufenlos einstellbarer Übersetzung

Wegen ihrer Eigenschaft, bei gleichbleibender Leistungsübertragung die Drehzahl in großen Bereichen von 1:6 und darüber stufenlos verändern zu können, erfreuen sich die einstellbaren Umschlingungsgetriebe in den verschiedensten Zweigen der Antriebstechnik zunehmender Beliebtheit. Als leistungsübertragendes Bauteil dient bei ihnen eine verschleißfeste Lamellen- oder Rollengliederkette, die zwei

drehstarr mit der Antriebs- und Abtriebswelle verbundene, jedoch axial verschiebbare Keilscheibenpaare umschlingt.

Die Übersetzung dieser Anordnung läßt sich, wie Bild 1 zeigt, durch gegenläufiges Verschieben der Keilscheiben stufenlos verändern. Jedem Wert der Übersetzung entspricht dabei eine bestimmte Winkellage der Stellspindel.

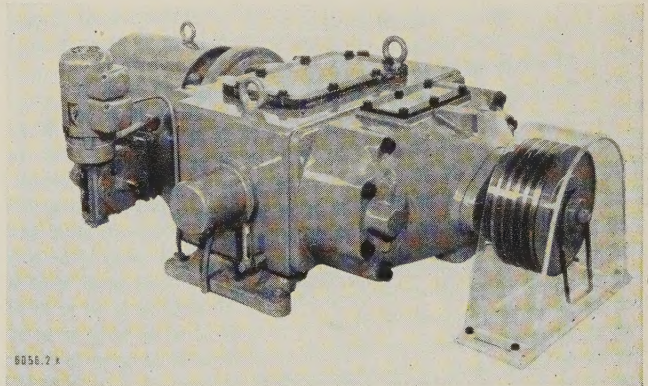


Bild 2. Einstellbares Getriebe mit elektrischem Stellgerät und Widerstandsgeber.

Unter der Voraussetzung konstanter Antriebsdrehzahl besteht zwischen der Abtriebsdrehzahl  $n$  und dem Drehwinkel  $\varphi$  der Stellspindel die angenäherte Beziehung

$$n = n_{\min} e^{\varphi/\varphi_{\max} \cdot \ln S} \tag{1}$$

Hierin bezeichnet  $S = n_{\max}/n_{\min}$  den Stellbereich des Getriebes und  $\varphi_{\max}$  denjenigen Drehwinkel, der dem Höchstwert  $n_{\max}$  der Drehzahl zugeordnet ist.

Im Zusammenhang mit elektrischen Steuerungen wird die Stellspindel gewöhnlich von einem kleinen Asynchronmotor mit elektromagnetisch betätigter Bremse über ein hochuntersetztes Schneckengetriebe mit gleichbleibender Geschwindigkeit verstellt (Bild 2).

Bezeichnet man die zum Durchfahren des gesamten Stellbereiches  $S$  benötigte Zeit mit Stellzeit  $T$  und die Zeit, die es erfordert, um die Drehzahl von ihrem niedrigsten

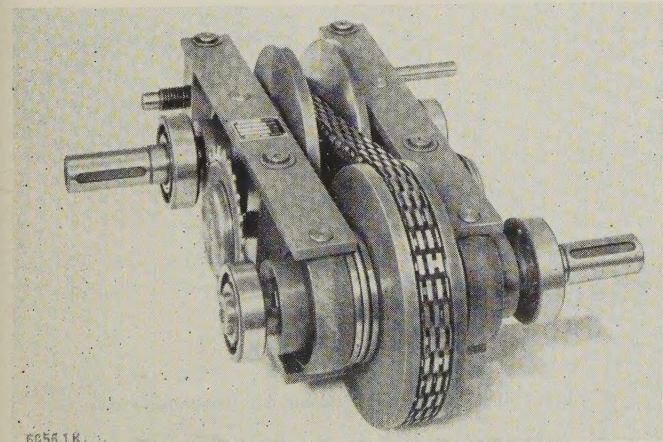


Bild 1. Stufenloseinstellbares Umschlingungsgetriebe.

Wert  $n_{\min}$  auf einen beliebigen Wert  $n$  zu erhöhen mit  $t$ , so läßt sich Gl. (1) auch in der Form

$$n = n_{\min} e^{t/T \cdot \ln S} \quad (1a)$$

darstellen. Auf Grund ihrer exponentiellen Stellkennlinie (Bild 3) haben die einstellbaren Umschlingungsgetriebe eine für steuerungstechnische Zwecke sehr erwünschte Eigenschaft: Bezieht man nämlich die durch einen Stellvorgang bewirkte zeitliche Änderung  $dn/dt$  der Drehzahl auf den augenblicklichen Drehzahlwert  $n(t)$ , so zeigt sich, daß die relative zeitliche Drehzahländerung, die sogenannte Stellgeschwindigkeit  $v_s$ , unabhängig von der Zeit  $t$  ist.

$$v_s = \frac{dn/dt}{n} = \frac{dn/n}{dt} = \frac{\ln S}{T} \quad (2)$$

Im Hinblick auf einen Stellvorgang bedeutet dies, daß sich bei einer gegebenen Laufzeit des Stellmotors die Drehzahl des Antriebes, bezogen auf ihren jeweiligen Ausgangswert, immer um den gleichen relativen Betrag ändert. Der Zusammenhang zwischen der Stellzeit  $T$  und der Stellgeschwindigkeit  $v_s$  kann für verschiedene gebräuchliche Stellbereiche  $S$  dem Diagramm in Bild 4 entnommen werden.

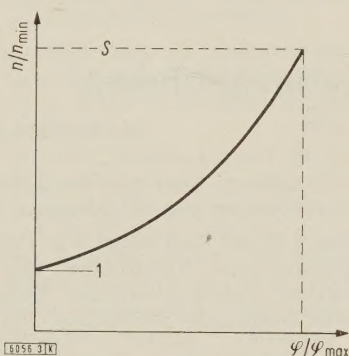


Bild 3. Stellkennlinie.

#### Abbildung des Drehzahlverhältnisses in eine elektrische Spannung

Mit den Abtriebswellen des Getriebes ist je ein Gleichspannungs-Drehzahlgeber gekuppelt, der die Drehzahl in einen proportionalen elektrischen Spannungswert abbildet. Nach Bild 5 speisen die Geber je einen Spannungsteiler, an dem ein beliebiger Teil der Geberspannung abgegriffen werden kann. Diese beiden Teilspannungen werden miteinander verglichen (gegeneinandergeschaltet) und einem Regler zugeführt.

Es bedeuten:

- $G_L$  mit Leitantrieb gekuppelter Geber
- $G_F$  mit Folgeantrieb gekuppelter Geber
- $n_L$  Drehzahl des Leitantriebes
- $n_F$  Drehzahl des Folgeantriebes
- $U_L$  die der Leitdrehzahl entsprechende Geberspannung
- $U_F$  die der Folgedrehzahl entsprechende Geberspannung
- $U'_L$  an den zugehörigen Spannungsteilern abgegriffene
- $U'_F$  Teilspannungen
- $\psi/\psi_{\max}$  relativer Schleifer-Drehwinkel des Spannungsteilers am Folgegetriebe
- $\lambda = \frac{n_F}{n_L}$  Drehzahlverhältnis
- $\Delta U = U'_L - U'_F$  Spannungsunterschied
- $K$  Drehzahlgeber-Konstante ( $U/n$ )

Der Spannungsteiler  $R_1 + R_2$  für das Folgegetriebe muß so beschaffen sein, daß alle in der Praxis vorkommenden Drehzahlverhältnisse von  $0,5 < \lambda < 1,5$  und alle Folgedrehzahlen  $n_F$  in dem Bereich von 50 % Voreilung bis 50 % Nacheilung stufenlos eingestellt werden können. Geht man da-

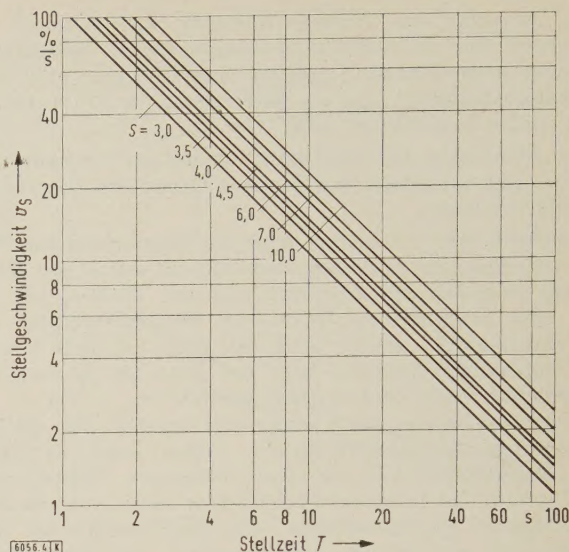


Bild 4. Zusammenhang zwischen Stellzeit, Stellbereich und Stellgeschwindigkeit.

von aus, daß der Schleifer des Potentiometers  $R_3$  am Leitgetriebe einmalig fest auf die Mitte der Wicklung eingestellt ist, und ferner der verfügbare Drehwinkel des Potentiometers  $R_1$  am Folgegetriebe bestmöglich ausgenutzt wird, so ergeben sich damit die folgenden Beziehungen: Das größte Drehzahlverhältnis

$$\lambda = \frac{n_F}{n_L} = \frac{U_F}{U_L} = \frac{3}{2} \quad (3)$$

und die Bedingung für das vom Regler herzustellende Spannungsgleichgewicht

$$U'_F = U'_L \quad (4)$$

Unter den gegebenen Voraussetzungen ist ferner

$$U'_L = \frac{1}{2} U_L \quad (5)$$

und der Zusammenhang zwischen Drehzahl und Spannung der Geber

$$U_L = K \cdot n_L \quad (6)$$

$$U_F = K \cdot n_F \quad (6a)$$

Damit wird für das Drehzahlverhältnis ( $\lambda = 3/2$ )

$$\begin{aligned} U_F &= 3 U'_F \\ \frac{U_F}{U'_F} &= \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 3 \\ R_1 &= 2 R_2 \end{aligned} \quad (7)$$

$$R_1 = \frac{2}{3} [R_1 + R_2] \quad (7a)$$

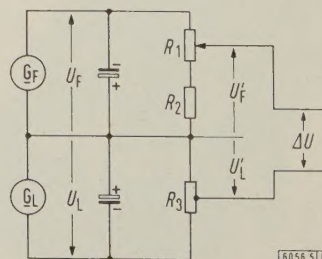


Bild 5. Schaltung für die Bildung der Regelabweichung.

Die am Spannungsteiler  $R_1 + R_2$  abgegriffene Teilspannung ist

$$U_F' = K \cdot n_F \left[ \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\psi}{\psi_{\max}} \right] \quad (8)$$

Aus Gl. (4), (5) und (8) erhält man schließlich die Beziehung

$$\frac{1}{2} \left[ \frac{3}{2\lambda} - 1 \right] = \psi / \psi_{\max} \quad (9)$$

die in Bild 6 dargestellt ist.

Die Differenzspannung  $\Delta U$  wird von dem Regler nach Betrag und Vorzeichen ausgewertet und in einen Steuerbefehl für den Stellmotor des Folgegetriebes umgesetzt, der dessen Drehzahl stets im Sinne einer Verringerung von  $\Delta U$  beeinflusst. Der verwendete Dreipunktregler tritt jedoch immer erst dann in Tätigkeit, wenn seine Eingangsspannung den Ansprechwert  $U_a$  erreicht oder überschreitet. Zur Abgabe eines Steuerbefehls muß demnach die Bedingung

$$\Delta U \geq U_a \quad (10)$$

erfüllt sein.

Der Ansprechwert  $U_a$  kann mit einem im Regler eingebauten Drehwiderstand innerhalb enger Grenzen stetig

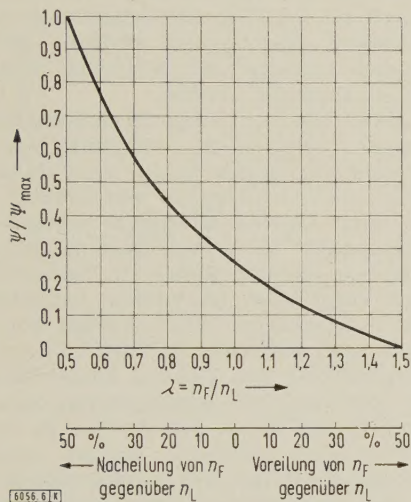


Bild 6. Zusammenhang zwischen Drehzahlverhältnis und Schleiferstellung des Spannungsteilers  $R_1$ .

verändert werden. Auf diese Weise läßt sich der Regler an unterschiedliche Regelstrecken anpassen. Für eine gegebene Regelanlage hat der Ansprechwert eine bestimmte Größe  $U_a = \text{const.}$

Im Betrieb stellt sich unter dem Einfluß der Regelung das gewünschte Drehzahlverhältnis nicht absolut genau ein, sondern es treten mehr oder weniger große Abweichungen auf, die allerdings innerhalb der garantierten Fehlergrenzen liegen.

Bezeichnet man die Solldrehzahl des Folgeantriebes mit  $n_{F\text{soll}}$  und die sich in Wirklichkeit einstellende Drehzahl mit  $n_{F\text{ist}}$ , so erhält man den relativen Gleichlauffehler  $G$  aus der Beziehung

$$G = \frac{n_{F\text{soll}} - n_{F\text{ist}}}{n_{F\text{soll}}} \quad (11)$$

oder mit  $n_{F\text{soll}} = \lambda \cdot n_L$

$$G = \frac{\lambda \cdot n_L - n_{F\text{ist}}}{\lambda \cdot n_L} \quad (11a)$$

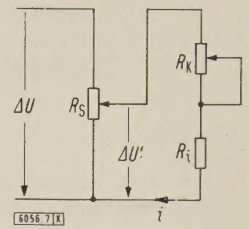
Drückt man nunmehr die Differenzspannung  $\Delta U = U_L' - U_F'$  durch den Fehler  $G$  aus, so ergibt sich

$$\Delta U = K \left( \frac{n_L}{2} - n_{F\text{ist}} \right)$$

und mit Gl. (11)

$$\Delta U = K \frac{n_L}{2} - K [n_{F\text{soll}} - G \cdot n_{F\text{soll}}] \left[ \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\psi}{\psi_{\max}} \right]$$

Bild 7. Schaltung des Korrekturwiderstandes zum Beseitigen des Drehzeileinflusses auf die Regelabweichung.



Setzt man zur Vereinfachung

$$\left[ \frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\psi}{\psi_{\max}} \right] = p,$$

so folgt damit

$$\Delta U = K \cdot n_L \cdot \left[ \frac{1}{2} - p \cdot \lambda + p \cdot \lambda G \right]$$

und mit  $p \cdot \lambda = 1/2$  ergibt sich schließlich

$$G = \frac{2 \Delta U}{K n_L} \quad (12)$$

Berücksichtigt man noch Gl. (10), so erhält man für den relativen Gleichlauffehler  $G$  die Beziehung

$$G \leq \frac{2 \cdot U_a}{K \cdot n_L} \quad (13)$$

Man erkennt, daß der Fehler nicht allein von der Ansprechspannung  $U_a$  des Reglers, sondern darüber hinaus von der Drehzahl selbst abhängig ist, und zwar nimmt er mit sinkender Drehzahl zu. In den meisten Anwendungsfällen ist man jedoch an einem über den gesamten Drehzahlbereich konstanten Gleichlauffehler interessiert. Im Gegensatz dazu ist es in der elektrischen Meßtechnik üblich, Fehler auf den Bereichs-Endwert zu beziehen.

Um einen von der jeweiligen Drehzahl unabhängigen Fehler zu erreichen, ist eine Erweiterung der Schaltung nach Bild 7 nötig. In Reihe mit dem Regler, dessen Eingangswiderstand mit  $R_i$  bezeichnet ist, liegt ein einstellbarer Widerstand  $R_k$  dessen Schleifer mit der Stellspindel des Leitgetriebes zu kuppeln ist. Dieser Widerstand ist nach folgenden Gesichtspunkten ausgelegt:

1. bei der niedrigsten Leiddrehzahl  $n_{L\text{min}}$  soll die Differenzspannung  $\Delta U'$  nur am Eingangswiderstand  $R_i$  des Reglers abfallen,
2. bei der höchsten Leiddrehzahl  $n_{L\text{max}}$  soll die Differenzspannung  $\Delta U'$  an der Reihenschaltung aus  $R_k + R_i$  abfallen, wobei das Verhältnis

$$\frac{R_k + R_i}{R_i} = S$$

(Drehzahlbereich) ist,

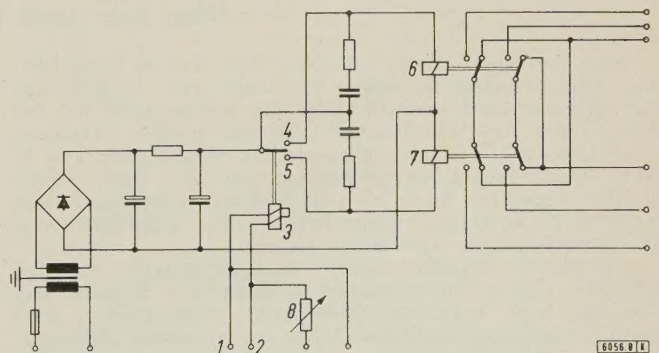


Bild 8. Schaltung des Reglers.

- 1, 2 Anschlüsse für das gepolte Relais 3
- 4, 5 Kontakte des Relais 3
- 6, 7 Relais
- 8 Stellwiderstand

3. die Widerstandskennlinie von  $R_k$  soll der Stellkennlinie des Leitgetriebes entsprechen.

Nach Gl. (1 a) muß daher die Widerstandskennlinie der Gleichung

$$R_k + R_i = R_i e^{\varphi/\varphi_{\max} \ln S} \quad (14)$$

genügen.

Mit dem Potentiometer  $R_s$  kann die Ansprechempfindlichkeit des Reglers den Erfordernissen der Regelstrecke angepaßt werden.

### Der Regler

Bild 8 zeigt die Schaltung des Gleichlaufreglers. Die der Regelabweichung proportionale Spannung gelangt an die Anschlüsse 1 und 2 des gepolten Relais 3 mit dem Innenwiderstand  $R_i$ . Je nach Vorzeichen der Abweichung wird entweder der Kontakt 4 oder 5 geschlossen und damit eines der Relais 6 oder 7 erregt. Um ein Flattern der Relais und damit vorzeitigen Abbrand der Kontakte zu vermeiden, wird die gleichgerichtete Versorgungsspannung durch eine einfache Siebkette geglättet. Den empfindlichen Kontakten des gepolten Relais ist zur Funkenlöschung je ein RC-Glied parallelgeschaltet. Da die beiden Relais nicht zum unmittelbaren Schalten des Stellmotors ausreichen, wird dieser über ein Wendeschütz geschaltet.

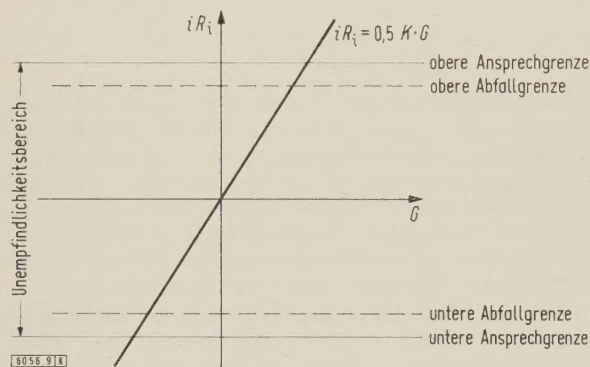
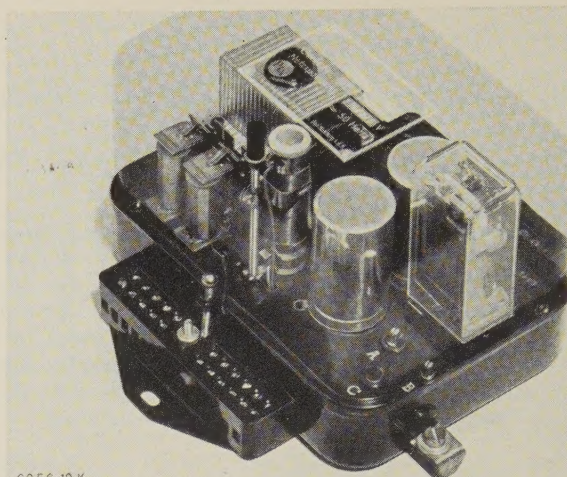


Bild 9. Ansprechverhalten des Reglers.

In Bild 9 ist die Beziehung zwischen dem Gleichlauffehler  $G$  und der Eingangsspannung  $i \cdot R_i$  des Reglers im Zusammenhang mit den Ansprech- und Abfall-Grenzen des Reglers dargestellt. Im Interesse eines geringen zulässigen Fehlers erscheint es auf den ersten Blick naheliegend, den Unempfindlichkeitsbereich so klein wie möglich zu wählen. Im Betrieb wird jedoch wegen des unvermeidlichen Nachlaufs des Stellmotors die Regelung unterhalb einer bestimmten Unempfindlichkeitszone instabil, d. h. der Stellantrieb pendelt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei hoher Stellgeschwindigkeit der zulässige Fehler größer wird und umgekehrt. Entscheidend ist dabei jedoch allein die Höhe der Stellgeschwindigkeit in der nächsten Umgebung des



6056.10 K

Bild 10. Gleichlaufregler.

geforderten Drehzahl-Sollwertes, in einem Bereich also, in dem auf Grund der Regelung die aufgetretene Abweichung nahezu vollständig beseitigt ist. Größere Abweichungen können dagegen zunächst mit wesentlich höherer Stellgeschwindigkeit abgebaut werden.

Der Übergang von der hohen Stellgeschwindigkeit auf einen niedrigeren Wert in der Umgebung des Sollwertes wird schaltungsmäßig in der Weise verwirklicht, daß bei Unterschreiten einer bestimmten Abweichung der Stellmotor nicht mehr dauernd durchläuft, sondern periodisch ein- und ausgeschaltet wird. Dazu liegt parallel zu der Erregerwicklung des gepolten Relais ein Nebenwiderstand  $\delta$  (Bild 8), der durch einen zusätzlichen Arbeitskontakt des Wendeschützes zugeschaltet wird, solange der Stellmotor an Spannung liegt. Während der Motor eingeschaltet ist, wird der Ansprechwert des gepolten Relais vorübergehend herabgesetzt. Das Impuls-Pausen-Verhältnis hängt von der Eigenverzögerung der Relais und Schütze ab und verleiht dem Stellmotor eine bestimmte mittlere Drehzahl. Die Größe der Regelabweichung, bei der der Übergang von der hohen auf die verminderte Stellgeschwindigkeit eintritt, kann durch Verändern von  $\delta$  eingestellt werden. Eine Ansicht des vollständigen Reglers zeigt Bild 10.

### Zusammenfassung

Ausgehend von einer kurzen Beschreibung stufenlos einstellbarer Getriebe nach dem Umschlingungsprinzip wird gezeigt, wie mit einer elektrischen Regelungs-Einrichtung ein vorgegebenes Drehzahlverhältnis unter Einhaltung eines bestimmten zulässigen Fehlers konstant gehalten werden kann. Durch Anwendung einer besonderen Drehzahlkorrektur bleibt der Fehler im gesamten Stellbereich unabhängig von der jeweiligen Absolutdrehzahl.

## Über Leit- und Widerstandslacke

DK 621.315.617.4

Der Verfasser<sup>1)</sup> stellt einleitend fest, daß es über Leit- und Widerstandslacke wenig Schrifttum gibt, so daß hier oft auf Patentschriften zurückgegriffen werden muß. Für die Herstellung von Widerstandslacken gibt es das Verfahren nach *Lilientals*, bei dem feinverteiltes Metall oder Ruß in eine Phenol-Formaldehyd-Mischung gebracht wird. Neben diesem Verfahren kann auch in Wasser aufgeschwemmter kolloidaler Ruß oder China-Tusche zum Aufbringen von Halbleiterschichten verwendet werden.

Allgemein läßt sich sagen, daß sich Leitlacke von den üblichen Lacken im wesentlichen durch die Zusätze von Graphit, Ruß, kolloidalen Metallen, Metalloxyden oder Halbleitern unterscheiden. Durch verschiedene Einflüsse, wie Entmischungsvorgänge, schlechte Emulsion, ungleichmäßiger Lackauftrag u. dgl., wird die Leitfähigkeit bzw. der Widerstand des aufgetragenen Lackes Inhomogenitäten

aufweisen. Der Verfasser empfiehlt daher nach VDE 0303 den Durchgangswiderstand, den Oberflächenwiderstand und den Widerstand zwischen zwei bestimmten „Stöpseln“ zu messen.

Für einen handelsüblichen Lack liegt der Oberflächenwiderstand bei  $10^6 \text{ M}\Omega$ , der Durchgangswiderstand — bei 0,05 mm Schichtdicke und  $20 \text{ cm}^2$  Elektrodenfläche — bei  $5 \cdot 10^4 \text{ M}\Omega$ . Als untere Grenze des Widerstandes der Leitlacke ergibt die Messung mit einem 1 m langen, 1 cm breiten und 0,05 mm dicken Leitsilber-Anstrich bei 4 V Spannung  $3,3 \Omega$ . Durch entsprechende Verteilung der Zusätze im Leitlack können zwischen den angegebenen oberen und unteren Grenzen alle Leitfähigkeiten und Widerstandswerte erreicht werden. Leit- und Widerstandslacke werden u. a. bei den Meßelektroden zum Bestimmen des Isolationswiderstandes und des Verlustfaktors von Isolierstoffen bei Fahrleitungs-Isolatoren und bei Faradayschen Käfigen verwendet.

<sup>1)</sup> Metzler, H.: Bull. Schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 52 (1961) H. 15, S. 563–564.

# Die Supraleitfähigkeit und ihre Anwendungsmöglichkeit

Von Georg Maus, Neu-Ulm\*)

DK 537.312.62.001.8

Unter Supraleitfähigkeit versteht man das völlige Verschwinden des Widerstandes eines elektrischen Leiters, wenn er bis nahe an den absoluten Nullpunkt abgekühlt wird. Bei ihrer Entdeckung vor etwa 50 Jahren konnte sie durch die klassische Theorie des Elektromagnetismus nicht erklärt werden und blieb auch noch bis vor einigen Jahren rätselhaft. Trotzdem sind seither verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der Supraleitfähigkeit gefunden worden und es besteht die Hoffnung, daß sich noch weitere technisch verwirklichen lassen, z. B. Elektromotoren mit ungewöhnlichem Wirkungsgrad, Schaltelemente für elektronische Rechengерäte, magnetische Linsen für Elektronen-Mikroskope, rauscharme Verstärker und andere Geräte.

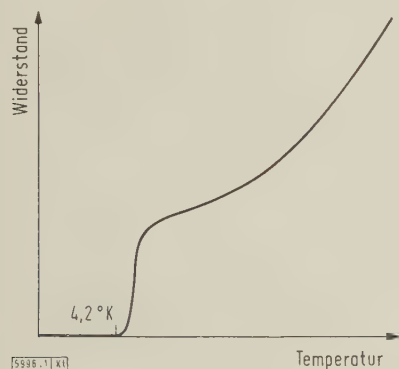


Bild 1. Widerstand von Quecksilber abhängig von der Temperatur.

Gemäß der klassischen Theorie des Elektromagnetismus ist verständlich, daß der Widerstand eines elektrischen Leiters mit fallender Temperatur abnehmen muß. Der elektrische Strom besteht aus dem Fließen freier Elektronen durch das Kristallgitter des Leiters. Bei Raumtemperatur besteht die Möglichkeit, daß die wandernden Elektronen mit den thermisch schwingenden Atome zusammenstoßen; diese Zusammenstöße hindern den Elektronenfluß und bilden daher einen Widerstand für den Strom. Bei niedrigerer Temperatur werden die Schwingungen der Atome vermindert, und die Elektronen stoßen weniger oft mit ihnen zusammen. Beim absoluten Nullpunkt müßte folglich jede thermische Schwingung aufhören. Aber ein kleiner Widerstand wäre noch vorhanden infolge von Zusammenstößen einiger Elektronen.

Dieses Modell arbeitete zur Zufriedenheit, bis im Jahre 1911 der holländische Physiker *Kammerlingh Onnes* Quecksilber in flüssigem Helium gefror. Er beobachtete den Strom durch das Quecksilber und stellte fest, daß sich der Widerstand mit abnehmender Temperatur verminderte. Die wohlbekannte Beziehung zwischen den beiden Eigenschaften konnte bis 4,2 °K beobachtet werden (Bild 1). Bei diesem Punkt verschwand plötzlich jeder Widerstand des Quecksilbers; es war kein restlicher Widerstand festzustellen, der auf Zusammenstöße von Elektronen oder auf Unreinheiten im Gitter beruhte. Hier versagte das klassische Modell. *K. Onnes* fand, daß auch andere Metalle wie Zinn, Blei, Tantal und Niob das gleiche plötzliche Verschwinden des Widerstandes zeigten. Aber in allen Metallen trat die Erscheinung nicht auf; sonderbarer Weise zeigten die besten elektrischen Leiter keine Supraleitfähigkeit.

## Einfluß von Magnetfeldern auf die Supraleitfähigkeit

Gewisse Verbindungen wie auch reine Metalle werden unter bestimmten Bedingungen ausgezeichnete Supraleiter, im allgemeinen schon einige Grad über dem absoluten Nullpunkt. Diese Supraleitfähigkeit kann aber zerstört werden, wenn das Metall oder die Verbindung einem magnetischen Feld genügender Größe ausgesetzt wird, gleichgültig ob das Feld äußerlich angelegt oder von dem hindurchfließenden Strom erzeugt wird. In jedem Werkstoff hängt die Feldstärke, die notwendig ist, um die Supraleitfähigkeit auszulöschen, von der Temperatur ab, innerhalb der das Material Supraleitfähigkeit aufweist (Bild 2). Zum Beispiel hat Niob eine Übergangstemperatur von 8 °K, die kritische Feldstärke beträgt etwa 2000 Oe bei 4,2 °K und geht auf 2400 Oe bei 1 °K. Die kritische Feldstärke verändert sich nicht nur mit der Temperatur, sondern hängt auch von der Reinheit des Werkstoffs, von der mechanischen Beanspruchung und von der Gestalt des Gegenstandes ab. In Abhängigkeit von diesen Faktoren benötigte Niob Feldstärken bis zu 4000 Oe zum Auslöschung der Supraleitfähigkeit. Eine Legierung von Niob und Zinn zeigte die höchste Übergangstemperatur von 18 °K und eine kritische Feldstärke von 16 000 Oe bei 4,2 °K.

Diese experimentellen Feststellungen verwirrten die theoretischen Physiker mehr als vierzig Jahre lang. Supraleitfähigkeit war eine Erscheinung auf dem Gebiet der Quantenphysik, die nicht erklärt werden konnte. Vor einigen Jahren wurde nun durch empirische Untersuchungen in den Bell Laboratorien entdeckt, in welcher Reihenfolge die Erscheinung der Supraleitfähigkeit in Elementen und Verbindungen auftritt. Eine große Zahl verschiedener Metalle und Legierungen wurde untersucht, wobei viele neue Supraleiter entdeckt wurden. Man fand auch ein System, nach dem vorausgesagt werden kann, welcher Werkstoff supraleitfähig sein wird. Allgemein kann gesagt werden, daß die Elemente mit 3, 5 oder 7 freien Elektronen in der äußeren

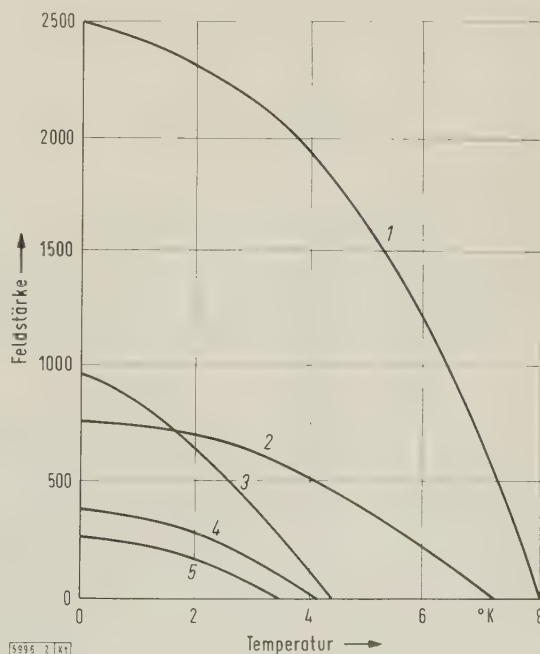


Bild 2. Kritische Feldstärke verschiedener Metalle.

1 Niob                      3 Tantal                      5 Zinn  
2 Blei                      4 Quecksilber

\*) Dr. rer. nat. G. Maus ist Mitarbeiter der Telefunken GmbH, Ulm.

Schale am leichtesten die Supraleitfähigkeit annehmen, während diejenigen mit einem oder mit mehr als 8 Elektronen überhaupt nicht supraleitfähig werden.

### Anwendungen der Supraleitfähigkeit

Die interessanteste Anwendung dieser Erscheinung dürfte wohl der supraleitende Elektromotor sein. Würden die Ständer- und Läuferspulen supraleitfähig, so würde der Motor einen Wirkungsgrad von annähernd 100 % haben. Dabei dürfte der Läufer aber nicht die übliche zylindrische Form haben. Da die durch die Ständerspulen erzeugten Kraftlinien senkrecht zur Läufer-Oberfläche verlaufen, wird kein Drehmoment erzeugt. Bekommt der Läufer dagegen die Form eines Polygons (Bild 3), so wird das gewünschte Drehmoment hervorgerufen. Ein rotierender Fluß, wie er in jedem Wechselstrom-Mehrphasen-Motor erzeugt wird, treibt den Rotor an; ein Anwachsen der Frequenz läßt den Rotor schneller laufen. Ein nach diesem Grundgedanken gebauter Motor der General Electric Comp. machte bis 20 000 U/min; die Drehzahl war nur dadurch begrenzt, daß der Läufer nicht für höhere Zentrifugalkräfte ausgelegt war.

Eine andere interessante Anwendung ist die des magnetischen Lagers. In einem Laboratorium der General Electric Comp. wurde dieser Gedanke in einem Modell verwirklicht. Auf eine supraleitende Spule aus Niob-Draht wird eine supraleitende Scheibe so aufgesetzt, daß sie sich zwar senkrecht aber nicht waagrecht bewegen kann. Ein durch die Spule fließender Strom erzeugt einen magnetischen Fluß, der die aufgelegte Scheibe abstößt und sie in der Schwebe hält. Wird die Scheibe zur Spule hingedrückt, so wird die Dichte des magnetischen Flusses vergrößert;

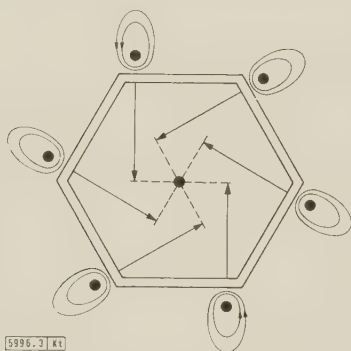


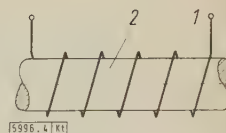
Bild 3. Grundgedanke des supraleitfähigen Motors mit vieleckigem Läufer.

dadurch wird weiterhin der Strom in der Spule vergrößert und die abstoßende Kraft des Flusses verstärkt. Die aufwärtstreibende Kraft des Feldes wächst mit dem Quadrat des Anwachsens der Flußdichte. Versuche zeigten, daß das Modell-Lager eine Aufwärtskraft von 300 p je cm<sup>2</sup> Spulen-Oberfläche erzeugen kann. Mit kleinem Abstand zwischen Scheibe und Spule kann eine gute Lageranordnung erhalten werden.

Eine weitere interessante Entwicklung ist die eines wichtigen Bauelementes für Elektronenrechner: der Tieftemperaturspeicher oder Cryotron. Der Name wurde von D. A. Buck in einer grundlegenden Arbeit im Jahre 1956 eingeführt. Er wickelte zwei supraleitende Drähte umeinander (Bild 4). Die Arbeitsweise eines solchen Bauelementes besteht darin, daß der Innenleiter wieder einen Widerstand erhält, sobald ein Magnetfeld durch den in der Regelspule fließenden Strom entsteht. Aus den in Bild 2 wiedergegebenen Kurven ist zu ersehen, daß die kritische Feldstärke des Niob hoch liegt; daher wird die Supraleitfähigkeit des Innenleiters aufgehoben, während die Regelspule weiterhin supraleitend bleibt. Auf diese Weise kann das

Bild 4. Draht-Cryotron.

1 Niob-Steuerspule 2 Tantal-Innenleiter



Element gesteuert werden, nur ist die Schaltzeit verhältnismäßig groß, bedingt durch den niedrigen Widerstand des Innenleiters; sie liegt in der Größenordnung von einigen Mikrosekunden. Da der Strom bei der Supraleitfähigkeit in einer dünnen Schicht der Oberfläche konzentriert werden kann, wurde daran gedacht, den Draht durch einen Isolator mit einer dünnen, leitenden Filmschicht zu ersetzen. Der Widerstand einer solchen Anordnung im normalen Zustand wird vergrößert und damit werden auch die Schaltzeiten verbessert. Die Weiterentwicklung führte zu einem Bauelement, das ähnlich Bild 5 aufgebaut ist. Dieses Element ist sehr klein und kann in der Massenfertigung ähnlich der gedruckten Schaltung hergestellt werden. Durch den sehr geringen Energiebedarf wäre es z. B. möglich, einen Rechner herzustellen, der unter Verwendung von 1 Million Cryotrons weniger als 1 W aufnehmen würde. Andererseits ist es möglich, sehr große und leistungsfähige Rechner zu bauen bei vollständiger Mikrominiaturisierung.

Eine andere Möglichkeit der Anwendung der Supraleitfähigkeit wäre die Entwicklung besonderer Verstärker mit einem sehr niedrigen Rauschpegel oder Hochfrequenz-Schaltkreise mit geringen Verlusten und geringem Rauschen. Weiterhin ist es denkbar, daß in der Zukunft die Supraleitfähigkeit für die Elektrizitäts-Erzeugung und die Fortleitung elektrischer Energie in Betracht kommen kann. Würden die Hohlleiter des Ständers eines Generators bis zur Supraleitfähigkeit abgekühlt, könnte der Generator mehr Strom erzeugen. Der Strom könnte dann durch Koaxialkabel, deren Innenleiter supraleitfähig wäre, ohne Verluste zu Transformatoren geführt werden, deren eine Wicklung ebenfalls supraleitend wäre. Hier würde sich ebenfalls ein großer Vorteil ergeben. Statt des kompakten Metallkernes wäre ein Zylinder mit aufgedruckter leitender Spule denkbar.

Zum Schluß sei noch eine in den Laboratorien der General Electric gemachte Beobachtung erwähnt: Der Tunnel-Effekt in Supraleitern. Diese Erscheinung hat im Augenblick nur wissenschaftliches Interesse, kann aber künftig praktischen Wert erhalten. Zwei supraleitende Metallfilme werden durch einen Isolator getrennt. Bei Stromdurchgang tritt ein Tunnel-Effekt auf, der von den drei möglichen Zuständen der Metallfilme abhängig ist: Beide Filme sind im Normalzustand, also nicht supraleitend; ein Film ist supraleitend und der andere normal; beide Filme sind supraleitend. Bei dem letztgenannten Zustand gibt es ein Gebiet negativen Widerstandes, in welchem der Strom bei wachsender Spannung abnimmt. Gleichzeitig kann der hindurchgehende Strom durch Einfluß eines Magnetfeldes moduliert werden; es ergibt sich ein triodenähnlicher Effekt. Die Anwendungsmöglichkeiten für dieses Bauelement sind ebenfalls für Elektronenrechner gegeben, denn der Verbrauch ist sehr gering und die Herstellung billig und sehr einfach.

Die angewandte Supraleitfähigkeit ist eine junge Wissenschaft, die augenblicklich dem Entwicklungsstand der Elektrizität entspricht, als Michael Faraday vor 100 Jahren

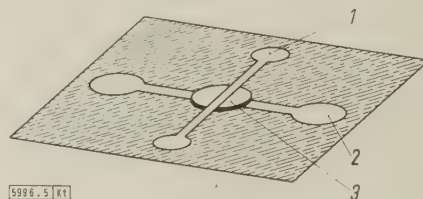


Bild 5. Film-Cryotron.

1 Blei (Steuerspule) 2 Zinn-Innenleiter 3 SiO-Isolator

seine Entdeckungen machte. Viele der Ideen sind technisch jetzt noch nicht durchführbar; wo sie durchführbar sind, sind sie wirtschaftlich nicht brauchbar. Wo Prototypen supraleitender Lager, Motoren, Schalter usw. schon gebaut wurden, müssen noch bessere Kühlsysteme geschaffen werden. Die Frage der höheren Übergangs-Temperaturen und der höheren Feldstärken muß ebenfalls intensiv bearbeitet werden.

### Zusammenfassung

Die Supraleitfähigkeit tritt auf, wenn bestimmte Metalle und Legierungen bis in die Nähe des absoluten Nullpunktes abgekühlt werden. Dann verschwindet der ohmsche Widerstand dieser Stoffe völlig. Die Supraleitfähigkeit kann durch Magnetfelder beeinflusst werden. Je stärker das auf den

betreffenden Leiter wirkende Feld ist, desto tiefer muß der Stoff abgekühlt werden, damit er supraleitfähig wird. Zum Schluß werden einige technische Anwendungsmöglichkeiten der Supraleitfähigkeit angedeutet, die in Zukunft vielleicht Bedeutung erlangen werden.

### Schrifttum

- [1] Buchhold, Th. A.: Applications of superconductivity. Scientific Amer. Bd. 202 (1960) H. 3, S. 74–82.
- [2] Buck, D. A.: The cryotron — a superconductive computer component. Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 44 (1956) S. 482–483.
- [3] Newhouse, V. L., Bremer, J. W., u. Edwards, H. H.: An improved film cryotron and its application to digital computers. Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 48 (1960) S. 1395–1404.
- [4] Smallmann, C. R., Slade, A. E., u. Cohen, M. L.: Thin-film cryotrons. Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 48 (1960) S. 1562–1582.
- [5] Mac Lean, J.: Tunneling in superconductors seen finding wide uses. Electronic News Bd. 6 (1961) H. 24, S. 12.

## Bandbreitenkompression im Fernsehen durch Rand-Interpolation

DK 621.397.331 : 621.391

Bei einer Fernsehübertragung sind Bandbreitensparnisse dadurch möglich, daß man die Redundanz innerhalb einer einzelnen Zeile, zwischen benachbarten Zeilen, zwischen aufeinanderfolgenden Rastern und zwischen aufeinanderfolgenden Bildwechseln ausnutzt. Das Verfahren der Kontur-Interpolation benutzt die zuletzt genannte Möglichkeit<sup>1)</sup>. Es beruht auf den Tatsachen, daß die Raster- und Bildwechselfrequenz bei einer konventionellen Fernsehübertragung im Hinblick auf möglichst geringe Flimmerwirkung und nicht so sehr im Hinblick auf eine größere Informationsdichte gewählt wurde, daß ferner das Auge vor allen Dingen Konturbereiche fixiert, die im allgemeinen Kanten des zu übertragenden Gegenstandes sind, daß außerdem die Kanten im allgemeinen glatt genug verlaufen, um eine Interpolation über den Zeilenzwischenraum zuzulassen, und daß schließlich die Übergänge von einem Bild zum nächsten fast nur durch die waagerechte Bewegung der Gegenstände zustande kommen, die hinreichend gleichförmig verlaufen, so daß eine Interpolation über zum mindesten zwei Rasterdauern möglich ist.

Es besteht fast kein Verlust an Information und Bildqualität, wenn man den verkämmten zwischenzeiligen Rasterwechsel bei der Übertragung unterdrückt (Halbbild-Verfahren), und wenn man im Empfänger das unterdrückte Halbbild zwischen den Zeilen des übertragenen Rasters wieder aufbaut. Ebenso ist der Verlust an Information gering, wenn man nur ein Raster über vier Rasterwechsel überträgt.

Beim Verfahren der Kontur-Interpolation sind die rekonstruierten Ecken so scharf wie im Original, und sie erscheinen auch an ihrer korrekten Lage, d. h. an den Stellen, die sie einnehmen müßten, wenn die Kanten in kleinen Abschnitten geradlinig und wenn ihre Bewegung zum mindesten in kurzen Zeitabschnitten gleichförmig wäre. Die Frequenzband-Ersparnis kann man auf etwa 4:1 ohne beachtliche Verluste an Bildqualität abschätzen und 8:1, wenn man eine gewisse Störung für den Fall sehr rascher senkrechter Bewegungen zuläßt. Außerdem ist im Falle anderer Verfahren, welche die Redundanz innerhalb einer einzelnen Zeile ausnutzen und bei einem anderen, welche die Redundanz in anderen Zeilen benutzt, ein Gewinn von 3:1 möglich. Das gesamte mögliche Kompressionsverhältnis erreicht dann den theoretischen Wert von 12:1 bis 24:1.

Das Prinzip wurde an einem photomechanischen Modell verwirklicht und geprüft. Es arbeitet mit kleinen Geschwindigkeiten. Elektronische Realisierungen werden diskutiert.

Keines der diskutierten Verfahren wird bis jetzt ernsthaft geplant. Die beiden wesentlichen Prinzipien führen zu einer komplizierten Verwirklichung, die noch dazu mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden muß, wenn man systematische und statistische Fehler vermeiden will. Dennoch ist vom rein wissenschaftlichen Standpunkt das Problem lösbar, wenn man hinreichenden wirtschaftlichen Aufwand treibt und ausreichende Entwicklungsarbeit hineinsteckt. Berechtigte Zweifel entstehen nur, wenn man bedenkt, ob das Ergebnis noch wirtschaftlich bleibt. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß die einfachsten Verfahren zur Bandeinsparung, wie etwa Speicherröhren oder Magnetspeicher oder auch Verfahren mit veränderlicher Abtastgeschwindigkeit jemals beim Heimempfänger eingeführt werden. Der Grund liegt nicht nur in den hohen Kosten, sondern auch in der Inkompatibilität aller bandbreitensparenden Verfahren. Sie würden notwendig machen, daß man neue Bänder eigens für diese Verfahren reserviert. Diese Schwierigkeit besteht nicht im Industriefernsehen, aber im Augenblick sind die meisten von ihnen unter Bedingungen im Betrieb, wo die Bandbreite keinen Einschränkungen unterliegt. Im Augenblick sehen die Verfasser größere Möglichkeiten in bezug auf die Verbesserung der Auflösung einer industriellen Fernsehanlage.

Der Anstoß in Richtung auf die Bandbreitenverminderung wird wahrscheinlich vom transatlantischen Fernsehen kommen, wo die Bandbreite wesentlich beschränkt wird, wenn man danach strebt, das transatlantische Fernsehen mit einem normalen Kabel oder über eine Kurzwellenverbindung zu übertragen. Andererseits ist es unwahrscheinlich, daß dieser Anstoß in Gang kommt, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil ein fünfstündiger Zeitunterschied zwischen London und New York besteht. Ein Plan, der eine magnetische Bildaufzeichnung in fünf Stunden von London nach Idlewild transportiert, würde Ereignisse in London praktisch gleichzeitig den Fernsehteilnehmern in New York zugänglich machen, während eine effektiv gleichzeitige Abstrahlung fünf Stunden zu früh in New York sein würde. Nichts könnte die Vorgänge in den USA praktisch gleichzeitig den Fernsehteilnehmern in Westeuropa zugänglich machen. Die direkte Übertragung würde fünf Stunden zu spät kommen, und es gibt nur wenige Ereignisse im Jahr, bei denen die Fernsehteilnehmer nicht ebenso gut bis zum nächsten Abend warten könnten. Deshalb ist es unwahrscheinlich, daß der Plan einer simultanen transatlantischen Fernsehverbindung die beträchtlichen Investitionen rechtfertigt, die man zu ihrer Verwirklichung braucht. Schw

<sup>1)</sup> Gabor, D., u. Hill, P. C. J.: Television band compression by contour interpolation. Proc. Inst. Electr. Engrs. Bd. 108, Part B (1961) H. 39, S. 303–315; 15 B., 1 Taf., 24 Qu.

## KURZ BERICHTET

**Den größten Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer der Welt** für eine Dauerleistung von 12 MW, kurzzeitig 15 MW, haben die Siemens-Schuckertwerke für den Windkanal der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen gebaut. Der Motor wiegt 42 t, der Läufer allein 15 t. *r*

**Die erste Fernschreib-Wählzentrale der Polizei** wurde von Siemens in Bielefeld errichtet. Im ersten Ausbau wurden 15 Polizeidienststellen im Bielefelder Raum angeschlossen. In nächster Zeit sollen weitere 100 Dienststellen Fernschreiber erhalten. Dringende Meldungen lassen sich auch dann durchgeben, wenn der Fernschreiber der angerufenen Dienststelle in Betrieb ist. *Rgs*

**In Dänemark** rechnet man mit über 700 000 Fernsehgeräten, die bis Ende 1961 in Betrieb sein werden. Bevorzugt werden Geräte mit 59-cm-Bildschirm. In Gegenden, in denen das zweite deutsche Fernsehprogramm empfangen werden kann, sind Geräte mit UHF-Teil gefragt. *Rgs*

**Mit 1,2 Mio. Fernsehgeräten ist in Schweden** eine Dichte erreicht, die in Europa nur von England übertroffen wird. Rundfunkgeräte werden in zunehmendem Maße im eigenen Land hergestellt, da die Käufer die „skandinavische“ Gehäuseform bevorzugen. *Rgs*

**Fernsehempfänger für zwei verschiedene Zeilen-Normen** werden jetzt auch in Frankreich gebaut. Man rechnet damit, daß früher oder später der Fernsehsenderbetrieb auf die 625-Zeilen Norm umgestellt wird. Der Zeitpunkt der Umstellung ist jedoch noch offen. *Rgs*

**Fahrkarten-Drucker**, die Tarifzone, Fahrstrecke usw. nicht nur auf die Fahrkarte drucken, sondern gleichzeitig auf einen Lochstreifen übertragen, wurden in England entwickelt. Der Lochstreifen läuft später durch ein Auswertegerät, das in 80 s alle Einzelheiten über die Fahrkarten eines Tages registriert. *Rgs*

**Vorbestellungen auf Flugkarten** werden in Zukunft bei der British-Europäischen Fluggesellschaft elektronisch registriert. Vier von einer amerikanischen Firma gelieferte Elektronenrechner in London können stündlich bis 3000 telefonische und 500 telegraphische Anfragen sowie 280 Bestellungen verarbeiten. Die Anlage kostete 28 Mio. DM. *r*

**Mikrobaugruppen** aus Glasplättchen von 0,8 mm Dicke und 20 mm × 30 mm Kantenlänge werden in England hergestellt. Die Bauteile dampft man, mit Ausnahme der Halbleiter, im Vakuum auf. Benutzt werden Chromnickel für Widerstände, Siliziummonoxyd für Kondensatoren und Gold für Leitungen. 20 bis 25 Bauteile gehen auf 1 cm<sup>2</sup>. *Rgs*

**Einen vielseitigen Impulsgenerator** stellt eine englische Firma her. Man kann ihm einen Vorimpuls mit feststehender Höhe und Breite, einen Hauptimpuls, einen Sägezahnimpuls und einen positiv-negativen Doppelimpuls entnehmen. Die Spannung ist zwischen 3 und 50 V einstellbar, die Anstiegszeiten liegen zwischen 0,8 und 50 ns und die obere Grenzfrequenz beträgt 2 MHz. *Rgs*

**Eine transistorisierte Alarmanlage** einer englischen Firma arbeitet mit Ultraschallwellen. Sie eignet sich als Einbruchsicherung und Feueralarmanlage. Die Ultraschallwellen werden von den Wänden, Decken, Möbeln usw. zurückgeworfen und bilden eine ruhende Wellenstruktur, die von einem Empfänger kontrolliert wird. Bei Störung des Feldes durch Öffnen von Türen, Fenstern usw. wird die Alarmanlage in Tätigkeit gesetzt. *Rgs*

**Die Rundfunkausstellung in Mailand** stand im Zeichen des 2. Fernsehprogrammes, das am 4. November seinen Betrieb mit 14 Stationen aufnahm. In den nächsten 13 Monaten werden weitere 28 Stationen in Betrieb genommen. *Rgs*

**In Rußland** sind im Laufe des Jahres 1961 neue Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 7,8 GW in Betrieb genommen worden. *r*

**Russische Kraftwerke** erzeugen jetzt an einem Tag 50 % mehr elektrische Energie als im ganzen Jahr 1920.

**Das erste Gasturbinen-Kraftwerk Westafrikas** wird BBC für Afam bei Port Harcourt in Ostnigeria errichten. In dem Kraftwerk werden zunächst zwei 10,3-MW-Gasturbogruppen aufgestellt werden. *r*

**Toshiba**, einer der größten japanischen Hersteller elektronischer Geräte, bietet einen wasserdichten Transistorempfänger mit 6 Transistoren zum Preise von DM 80,— (in Japan) an. Der Lautsprecher ist mit einem Silikonlack überzogen. Das Gehäuse ist wasserdicht. Da das Gerät

schwimmt, kann es ohne Schaden sogar ins Wasser geworfen werden. *r*

**Die japanische Industrie für elektronische Geräte** vergrößert ihr Herstellungsprogramm. Für den Export stellt sie Infrarot-Mikroskope, tragbare Elektrokardiographen, transistorisierte Echorote verschiedener Meßbereiche, Peilempfänger und statische Spannungsmesser her. *Rgs*

**Um die Finanzierung eines 750-MW-Kraftwerkes** bemüht sich der argentinische Wirtschaftsminister. Geplant ist eine gemeinsame Finanzierung durch die Bundesrepublik Deutschland, England, Frankreich, Italien und die Schweiz. Die Kosten werden auf 64 Mio. \$ geschätzt. *Rgs*

**Gleichspannungen zwischen ± 100 µV und ± 1000 V** mißt ein neuer Digital-Spannungsmesser mit einem Fehler innerhalb 0,01 % des abgelesenen Wertes. Wechselfrequenzen zwischen 30 Hz und 10 kHz werden von 1 mV bis 1000 V gemessen. Der Fehler soll hierbei kleiner als 0,1 % sein. Eine Fernbedienung des Spannungsmessers ist möglich. *Rgs*

**Ein Magnetbandgerät für 14 Kanäle**, das für die Verwendung in Raketen entwickelt worden ist, kann Beschleunigungskräfte bis 1000 g aushalten und ist bei Temperaturen zwischen -55 °C und +75 °C arbeitsfähig. Das Gerät hat 10 cm Dmr., ist 7,5 cm hoch und wiegt 910 g. *r*

**Die mechanische Spannung von Magnetbändern** kann mit einem elektromechanischen Fühler gemessen werden, der diese Spannung in einen Widerstandswert umsetzt. Damit lassen sich die mechanische Belastung und die Bandgeschwindigkeit regeln. *Rgs*

**Eine neue Reihe von Kunstharzen** mit 15 s Härtezeit bietet eine amerikanische Firma an. Der Kunstharz wird besonders für elektrische Geräte verwendet. Der nicht brennbare Werkstoff soll eine Lagerfähigkeit von einem Jahr haben. *Rgs*

**Ein parametrischer Frequenz-Vervielfacher**, der mit Transistoren bestückt ist, wird in den USA gebaut. Das Gerät gibt bei 2 GHz noch eine Leistung von 2,5 W ab. Es wird in Flugkörpern für Fernmeßzwecke verwendet. *Rgs*

**Eine automatische unbemannte Wetterstation** haben amerikanische Forscher auf der Axel-Heiberg-Insel, 1200 km vom Nordpol entfernt, aufgestellt. Als Energiequelle dient das Strontium 90-Isotop. Die beim Zerfall auftretende Wärme wird in Thermoelementen unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt. Die Station mißt Windgeschwindigkeit und -richtung, Luftdruck und Temperatur. Die Werte werden elektrisch abgefragt und alle 3 Stunden auf einen Sender gegeben, der Entfernungen bis 2500 km überbrückt. Die ganze Wetterstation ist in einem senkrecht stehenden Zylinder von rd. 2,5 m Länge untergebracht. Über die Hälfte davon ist in dem ständig gefrorenen Boden eingegraben. Die Menge des eingefüllten Strontium 90 reicht für einen ununterbrochenen Betrieb von 2 Jahren aus. *r*

**Farbfernsehergeräte** werden in den USA neuerdings sehr lebhaft gekauft, so daß z. Z. alle Lager geräumt sind. Insgesamt stellen 12 amerikanische Firmen Geräte in Serienfertigung her. Nach den letzten Schätzungen sollen z. Z. zwischen 650 000 und 700 000 Farbfernsehergeräte in den USA in Betrieb sein. *Rgs*

**Ein Universal-Transistor** wird in den USA hergestellt. Es handelt sich um einen dreifach diffundierten Planar-Silizium-Transistor vom n-p-n-Typ. Er kann für 40 % aller Aufgaben verwendet werden, für die sonst eine große Zahl verschiedener Typen benötigt wird. *Rgs*

**Einen elektronischen Geber zum Messen der relativen Luftfeuchtigkeit** hat eine amerikanische Firma entwickelt. Der Geber arbeitet mit einer leitenden Oberflächenschicht, dessen Widerstand von 40 MΩ bei 0 % bis 1 kΩ bei 100 % relativer Feuchtigkeit sinkt. Der Fehler beträgt je nach Typ ± 3 bis ± 7 %, eine Kompensationseinrichtung verkleinert ihn auf ± 1 %. *Rgs*

**Die Verkehrsbetriebe der Stadt Philadelphia** haben 270 Schnellbahn-Wagen aus rostfreiem Stahl in Auftrag gegeben. Diese Wagen werden sowohl auf den Untergrundbahnstrecken als auch auf der Hochbahn benutzt. Die Höchstgeschwindigkeit der Wagen liegt bei 110 km/h. *r*

**Ein Transistor-Testgerät für Ströme bis 50 A** ist von einer amerikanischen Firma zum Testen von Transistoren mittlerer und hoher Leistung entwickelt worden. *Rg*

## RUNDSCHAU

**Über die Löschung des Wechselstromlichtbogens bei kleinen Trenngeschwindigkeiten der Kontaktstücke.** Nach *Berndt, H.*: Elektr. Bd. 15 (1961) H. 4, S. 124–128; 6 B., 1 Taf., 23 Qu.

Im Niederspannungsgebiet bis zu 550 V wird die Löschung des Ausschaltlichtbogens eines Wechselstromkreises ohne zusätzliche Hilfsmittel und mit möglichst kleiner Bogenarbeit in Abhängigkeit von der Stromstärke, der Spannung, der Trenngeschwindigkeit der Kontaktstücke und dem Leistungsfaktor an einer bestimmten Schaltvorrichtung untersucht. Unter Verwendung der Ayrtonschen Gleichung in vereinfachter Form werden Gleichungen aufgestellt, die eine Berechnung des Lichtbogenstromes und der Lichtbogenarbeit in Wechselstromkreisen für Trenngeschwindigkeiten der Schaltstücke, wie sie bei Niederspannungs-Schaltgeräten üblich sind, mit ausreichender Genauigkeit gestatten.

Versuche mit einer Syndron-Schaltvorrichtung mit regelbarer, konstanter Geschwindigkeit und senkrechter Kontaktanordnung ergaben, daß bei ohmscher Belastung die günstigste Trenngeschwindigkeit der Kontaktstücke für Kupfer bis 50 A und für Silber bis 200 A bei einer Spannung von 550 V etwa 3 cm/s beträgt. Oberhalb dieser Stromstärken bilden sich zwischen den Kontaktstücken Materialbrücken aus, die eine Erhöhung der Trenngeschwindigkeit notwendig machten. Bei induktiver Belastung von 550 V Spannung ist eine natürliche Löschung des Lichtbogens mit der gleichen Geschwindigkeit von 3 cm/s wie bei ohmscher Last für Kupferschaltstücke bis zu 70 A und für Silberschaltstücke bis zu 100 A möglich. Bei einer Erhöhung der Stromstärke treten zunächst teilweise, später stetig, infolge nicht ausreichender Entionisierung, Wiederzündungen auf.

Der Verfasser betrachtet dann das Verhalten des Kontaktwerkstoffes bei der Stromunterbrechung mit niedrigen Kontakt-Trenngeschwindigkeiten. Infolge seiner hohen Temperatur verursacht der Lichtbogen eine Stoffwanderung von den Kontaktstücken in ihre Umgebung und von einer Elektrode zur anderen. Im vorliegenden Fall interessiert besonders die Materialwanderung zwischen den beiden Kontaktstücken. Das Schließen der Kontaktstrecke trat auf Silberschaltstücken im Vergleich zu Kupfer erst bei höheren Stromstärken auf. Nach dem Erlöschen des Lichtbogens bestimmen Rekombinationen und ambipolare Diffusionen die Trägerkonzentration in der Restsäule. Der Anteil der Elektroden an der Kühlung und Entionisierung der Lichtbogensäule tritt jedoch oberhalb bestimmter Bogenlängen gegenüber der radialen Kühlung und Entionisierung zurück.

Will man eine Beschleunigung des Entionisierungsvorganges in der Bogenstrecke im induktiven Belastungsfall für höhere Ströme durch entsprechend hohe Trenngeschwindigkeit der Kontaktstücke erreichen, so würde das zu Geschwindigkeiten führen, die das bei Niederspannungs-Schaltgeräten technisch vertretbare Maß weit übersteigen.

Damit ist für Kupferkontaktstücke bei Stromstärken von etwa 70 A und für Silberkontaktstücke bei Strömen von etwa 100 A im Niederspannungsgebiet bis zu 550 V die Grenze der natürlichen Löschung des Abschaltlichtbogens in Wechselstromkreisen erreicht.

Hlk

DK 621.313.323.07 : 621.314.26

**Drehzahlsteuerung eines Wechselstrommotors mit Halbleitern. (A semiconductor variable-speed a-c motor drive.)** Nach *Griffith, D. C.* u. *Ulmer, R. M.*: Electr. Engng. Bd. 80 (1961) H. 5, S. 350–353; 7B.

Der Aufsatz berichtet über einen neuen drehzahlgesteuerten Antrieb mit Hilfe eines Synchronmotors. Für besondere Fälle kann der Motor ohne Gleichstrom-Erregung als Reaktionsmotor ausgeführt werden. Als wichtige Anwendungsgebiete werden u. a. Antriebe zum Ausrichten von Antennen auf Satelliten, für die Regelstäbe von Kernreaktoren oder für Spindeln von Werkzeugmaschinen genannt.

Ein ruhender Frequenzwandler, der aus dem vorhandenen Netz mit fester Frequenz gespeist wird, führt der Ständerwicklung des Synchronmotors Ströme zu, deren Frequenz je nach der gewünschten Drehzahl gestellt wird. Der Frequenzwandler ist ein Umrichter mit steuerbaren Halbleitern. Diese Halbleiter haben ähnliche Steuereigenschaften wie Thyatronen und werden unter verschiedenen Bezeichnungen wie Vierschichten-Trioden oder Silizium-Stromtore, seit kurzem verwendet. Je 3 Halbleiter bilden

einen gesteuerten Gleichrichter in Mittelpunkts-Schaltung. Zwei dieser Gleichrichter in Gegenparallel-Schaltung speisen einen Strang des Motors, so daß insgesamt 18 Ventile für eine dreisträngige Ständerwicklung benötigt werden. Der Umrichter wird fremdgesteuert und überträgt beliebig Wirk- und Blindleistung.

Mit einem Drehmelder (Synchro) als Geber, dessen Ständerwicklung vom Netz erregt und dessen Läufer durch einen Hilfsantrieb mit der gewünschten Motordrehzahl umläuft, werden mehrphasige Bezugsspannungen für Frequenz und Kurvenform der Strangströme erzeugt. Diese Spannungen werden einem Steuergerät zugeleitet, das Zündimpulse zum Steuern der Halbleiterventile bildet. Durch eine Rückführung der Strangströme auf das Steuergerät wird die Aussteuerung der Gleichrichter so beeinflusst, daß die Ströme gemäß den Bezugsspannungen nahezu sinusförmig verlaufen. Die Drehrichtung des Motors wird durch einfaches Vertauschen der Phasenfolge dieser Bezugsspannungen umgekehrt. Indem die Strangströme als Gleichströme weiterfließen, gibt der Motor auch im Stillstand ein Drehmoment ab und hält den Läufer in einer festen Stellung.

Als typische Ausführung wird über einen Motor mit 30 kVA Leistung berichtet, dessen Frequenz von 0 bis 15 Hz bei einer Netzfrequenz von 60 Hz gesteuert wurde. Die Schaltung ist an Hand mehrerer Blockschaltbilder beschrieben. Einige Oszillogramme sind zum Erläutern der Wirkungsweise beigelegt.

Die Schaltung zeigt bei Motorfrequenzen, die im Vergleich zur Netzfrequenz niedrig sind, ein gutes Betriebsverhalten. Schwierigkeiten bei der Kommutierung der Strangströme treten nicht auf. Trotz des nicht geringen Aufwandes ist der Antrieb für manche Spezialaufgaben interessant und erfüllt viele Anforderungen an einen gesteuerten Antrieb, wie freizügige Stellbarkeit der Drehzahl, guter Wirkungsgrad, Nutzbremsung und günstiges dynamisches Verhalten. Für den Fachmann ist die Anordnung auch deshalb bemerkenswert, weil sie eine betriebsfähige Ausführung eines Stromrichtermotors darstellt.

Lb

DK 621.317.784.029.45 : 621.318.134

**Ein eisengeschlossener Leistungsmesser für Mittelfrequenz.** Nach *Bräuer, W.*: AEG-Mitt. Bd. 51 (1961) H. 3/4, S. 147–150; 2B.

In dem beschriebenen, eisengeschlossenen Leistungsmesser der Klasse 1,5 für die Nennfrequenzen 2000 Hz oder 4000 Hz wird als Kernwerkstoff ein weichmagnetischer Ferrit verwendet. Dieser Magnetwerkstoff wurde wegen seines sehr kleinen Verlustwinkels im Mittelfrequenzbereich gewählt. Allerdings beträgt die Sättigungsinduktion bei 0 °C nur etwa 4000 G, die bis + 50 °C um etwa 10 % sinkt. Nachdem zunächst an Hand eines Bildes der Aufbau des Meßwerkes erläutert worden ist, werden dann die Messung des Feldspulkreises, die Fehlwinkel-Kompensation und die Eichung eingehend beschrieben.

Der Fehlwinkel des Feldspulkreises wurde bei 50 Hz und 4500 Hz einmal unmittelbar aus dem Ausschlag des Leistungsmessers und einmal mit Hilfe einer besonderen Meßanordnung, die als Schaltbild angegeben ist, ermittelt. Der Fehlwinkel ergab sich zu + 27° bei 50 Hz und + 35° bei 4500 Hz, d. h. er kann als frequenzunabhängig angesehen werden. Anschließend geht der Verfasser auf den Fehlwinkel des Spannungspfad, der nach der Formel  $\delta_{sp} = \omega L/R$  berechnet wird, und die Fehlwinkel-Kompensation ein. Aus den ermittelten Fehlwinkeln des Spannungspfad und des Feldspulkreises ergibt sich, daß sich bei 2000 Hz eine zusätzliche Fehlwinkel-Kompensation erübrigt. Im zweiten Fall, beim Leistungsmesser für 4000 Hz Nennfrequenz, wird zur Kompensation in den Spannungspfad ein Kondensator von 2 µF eingeschaltet. Die Leistungsmesser für 2000 oder 4000 Hz werden bei 50 Hz und  $\cos \varphi = 1$  geeicht. Dies ist zulässig, weil beim Übergang von 50 Hz auf 2000 Hz bzw. auf 4000 Hz der zusätzliche Anzeigefehler vernachlässigbar gering ist.

Abschließend werden die wichtigsten Eigenschaften des Leistungsmessers mitgeteilt. Interessant ist, daß der Fremdfeldeinfluß nur  $\pm 1\%$  beträgt. Die angegebenen Werte für den Temperatur-, den Spannungs- und den Anwärmeinfluß liegen alle erheblich unter den für die Klasse 1,5 zulässigen Werten.

Thr

## AUS DER INDUSTRIE

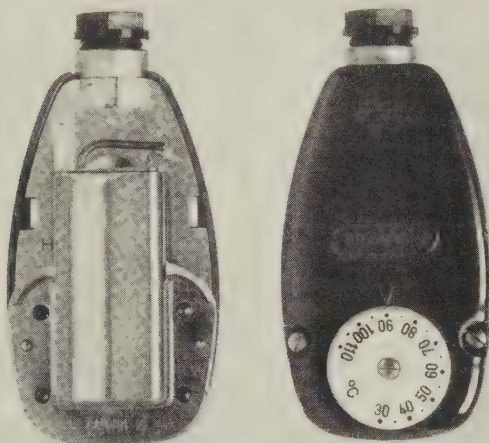
### Anlegethermostat

DK 622.927.44 : 697.327

Zum Regeln der Temperatur ölgefeuerter Heizungsanlagen werden Anlegethermostate seit langem als Vorlauftemperaturregler und als Sicherheitsthermostate verwendet. Die meisten Konstruktionen sind aber bisher hinsichtlich der Regelgenauigkeit den üblichen Kesselthermostaten unterlegen gewesen. Dieses ist hauptsächlich auf die ungünstigeren Wärmeübertragungs-Verhältnisse zurückzuführen. Der von der Firma *Fr. Sauter AG*, Basel/Schweiz, entwickelte Anlegethermostat (Bild 1) hat diesen Nachteil dagegen nicht.

Der neue Anlegethermostat ist mit einem flüssigkeitsgefüllten Temperaturfühler versehen, bei dem die Ausdehnung der Flüssigkeit bei Erwärmung zum Betätigen eines Umschalters ausgenutzt wird. Durch eine besondere Formgebung des Fühlers wurde ein guter Wärmeübergang erreicht, so daß die Konstante des Anlegethermostaten, die an einem Rohr von 52 mm Dmr. gemessen wurde, bei 3 min und somit sehr niedrig liegt. Da die Schaltdifferenz des Anlegethermostaten  $\pm 3$  grd beträgt, andererseits aber in normalen Heizungsanlagen  $\pm 4$  bis  $\pm 6$  grd Differenz der Vorlauftemperatur zulässig ist, braucht bei der Montage des Anlegethermostaten in der Regel keine wärmeleitende Paste benutzt zu werden, die sonst zwischen Thermostat und Rippe des Heizkörpers gestrichen wird.

Der Sollwert der Temperatur kann mit einem die Temperaturskala tragenden Drehknopf im Bereich von 30 bis 110 °C eingestellt werden. Für den Kontakt im Schalter ist eine Belastung von 6 A bei 250 V Wechselspannung oder von 4 A bei 380 V Wechselspannung zulässig, während bei 250 V Gleichspannung die Stromstärke



6059. K

Bild 1. Anlegethermostat, links Vorderansicht, rechts Rückansicht.

nur 1 A betragen darf. Der Anlegethermostat wird an die Rohrleitung mit einem Handgriff montiert. Nach Abheben des Apparatedeckels sind die elektrischen Anschlüsse zugänglich. Rgs

### Automatisch arbeitende Geschirrspülmaschine

DK 648.545.7

Die Geschirrwäsche ist eine Arbeit, welche die Hausfrau zeitlich und arbeitsmäßig stark belastet. Eine wesentliche Erleichterung ist für sie deshalb die automatisch arbeitende Geschirrspülmaschine „favorit“ der AEG. Sie hat ein Fassungsvermögen von 100 Geschirrtellen. Dies entspricht dem Bedarf an Tellern, Tassen, Gläsern, Töpfen und Bestecken einer fünfköpfigen Familie bei zwei Mahlzeiten.

Der Geschirrspülautomat hat einen Anschlußwert von 2,45 kW und arbeitet nach dem Wurfrad-System. Das Geschirr wird von oben in das Gerät eingeordnet, ohne daß die beiden großen Einsätze herausgenommen zu werden brauchen; nur der Besteckkorb wird anschließend getrennt eingesetzt. Nach der Zugabe des Reinigungsmittels in die dafür vorgesehene Wanne, die sich selbsttätig entleert, und nach Abschluß des Deckels braucht nur die Programmscheibe nach links gedreht zu werden, worauf das Spülen ohne weitere Handbetätigung automatisch vor sich geht.

Durch den an den Wasserhahn angeschlossenen oberen Schlauch fließt das Wasser über ein Magnetventil mit Durchflußmengenregler in die Maschine und wird durch das von einem Motor mit 1425 U/min angetriebene, im Boden des Gerätes eingebaute

Wasserwurfrad bei Rechtslauf mit großer Energie hochgeschleudert. Gleichzeitig wird eine durch den gleichen Motor angetriebene Pumpe eingeschaltet, die Wasser zu der im Deckel des Gerätes angebrachten umlaufenden Brause leitet, so daß das Geschirr von unten und von oben intensiv besprüht wird. Auf zwei Spülgänge mit kaltem Wasser folgt der Hauptwaschgang mit 65 °C warmem Wasser, dann ein Spülgang mit 35 °C und ein abschließender Spülgang mit selbsttätigem Zusatz eines Glanzmittels mit 65 °C Wassertemperatur. Danach öffnet sich der Deckel selbsttätig und das Geschirr wird durch Entweichen der feuchten Luft getrocknet.



Bild 2. Geschirrspülmaschine „AEG-favorit“.

Nach jedem Spül- oder Waschgang wird das Wasser in den Ausguß abgepumpt, wobei das Wurfrad im Linkslauf die noch vorhandenen Speisereste zerschlägt, so daß sie mit dem Wasser in das Spülbecken abfließen. Von den zwei fest eingestellten Thermostaten bestimmt der erste die Spülwassertemperatur und dient als Überhitzungsschutz für den Fall, daß kein Wasser eingelaufen ist; der höher eingestellte zweite Thermostat regelt den Trockenprozeß und wirkt bei versagendem Programmschaltwerk als Überhitzungsschutz.

Der Geschirrspülautomat ist auf vier Rollen fahrbar, das weiß lackierte Gehäuse hat 85 cm Höhe  $\times$  55 cm Breite  $\times$  65 cm Tiefe (Bild 2), einen aufklappbaren Deckel mit einer schnittfesten und hitzebeständigen Textolite-Außen-Platte, während das Innere des Deckels und der Innenbehälter mit hellblauem Plastisol überzogen sind. Für einen Waschvorgang werden 35 l Wasser und eine Zeit von etwa 90 min benötigt. Bu

### Kondensator-Kleinmikrophon

DK 621.395.616

Ein besonderes Kennzeichen des Kleinmikrophons Typ ELA M 221 B von *Telefunken* (Bild 3) ist die Verwendung eines einheitlichen Mikrophonverstärkers in Verbindung mit verschiedenen Mikrophon-Kapseln, die bequem und schnell ausgewechselt werden können. Die Kapseln, die sich durch verschiedene Richtcharakteristiken und Frequenzgänge unterscheiden, entsprechen den verschiedenartigen Anforderungen der Studio-Aufnahmetechnik. In Bild 4 sind die Frequenzgänge der verschiedenen Mikrophon-Kapseln wiedergegeben. Die Kapseln MK 22 und MK 23 haben Kugelcharakteristik, die Typen MK 24 und MK 240 Nierencharakteristik. Bei der Kapsel M 934 B handelt es sich um eine umschaltbare Kapsel für die Charakteristiken Kugel oder Niere. Die Charakteristiken werden mechanisch ohne elektrische Kontaktvorgänge umgeschaltet. Sämtliche Mikrophon-Kapseln haben Nickelmembranen, die eine hohe Temperaturfestigkeit und hohe zeitliche Konstanz gewährleisten.

Der zugehörige Mikrophon-Verstärker ist mit der Triode AC 701 k bestückt. Auf dem Verstärkerdeckel sind zwei Meßkontakte angebracht, über die eine Meßspannung an einen in Reihe mit der Mikrophon-Kapsel liegenden 1- $\Omega$ -Widerstand angelegt

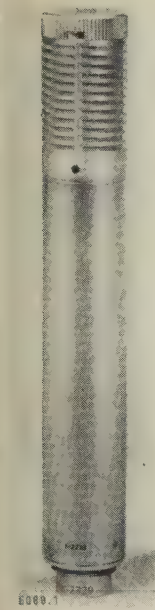


Bild 3. Kondensator-Kleinstmikrophon.

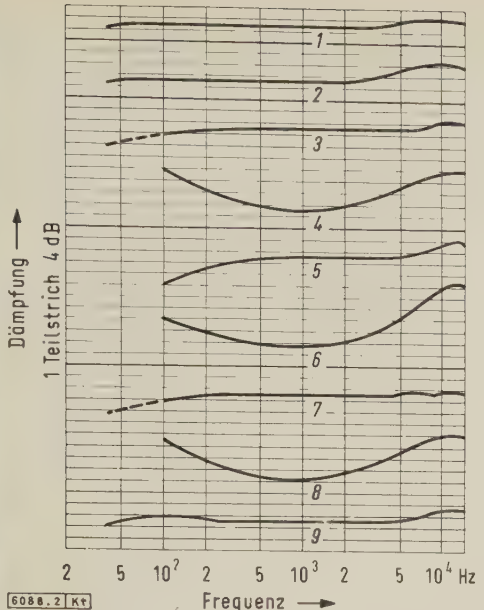


Bild 4. Frequenzverlauf der verschiedenen Mikrophon-Kapseln.

werden kann. Damit lassen sich alle wichtigen Verstärkerdaten elektrisch überprüfen, ohne daß die Mikrophon-Kapsel vom Verstärker getrennt zu werden braucht. Das zugehörige Netzanschlußgerät stabilisiert Heiz- und Anodenspannung. Verstärker und Kapsel sind bei dem Kondensator-Kleinstmikrophon M 221 B über Schraubgewinde verbunden.

Bei der Aufnahme sehr lautstarker Schallquellen kann zwischen die jeweilige Mikrophon-Kapsel und den Mikrophon-Verstärker ein Dämpfungszusatz geschraubt werden. Die Dämpfung beträgt etwa 16 dB. Mit einem Schalter läßt sich der Dämpfungszusatz abschalten.

Die hochwertigen Eigenschaften des Kleinstmikrophons ermöglichen seine Verwendung in Studios.

HHK

### Subminiatur-Schalter

DK 621.316.542.3

Bei kleineren Geräten ist es oft nötig, daß auch der Schalter sehr klein ist, eine Forderung, die dank der modernen Technik fast immer erfüllt werden kann. Als Beispiel zeigt Bild 5 einen von der Firma K. A. Schmersal & Co, Wuppertal-Barmen, hergestellten Subminiatur-Schalter. Der Endschalter mit rundem Gehäuse hat einen Umschaltkontakt, der nach Bedarf auch als Arbeits- oder Ruhekontakt verwendet werden kann. Der Endschalter ist mit einem Sprungschaltwerk ausgerüstet und hat bei 8 mm Dmr. eine Gehäusehöhe von nur 7,5 mm. Eine rechteckige Ausführung mit den Abmessungen 8 mm × 16 mm × 7,5 mm kann bei Bedarf mit einem Rollen- oder Schleifhebel ausgestattet werden.

Die Schaltleistung beträgt für alle Typen 1 A bei einer Wechselspannung von 24 V bis 110 V.

Rgs

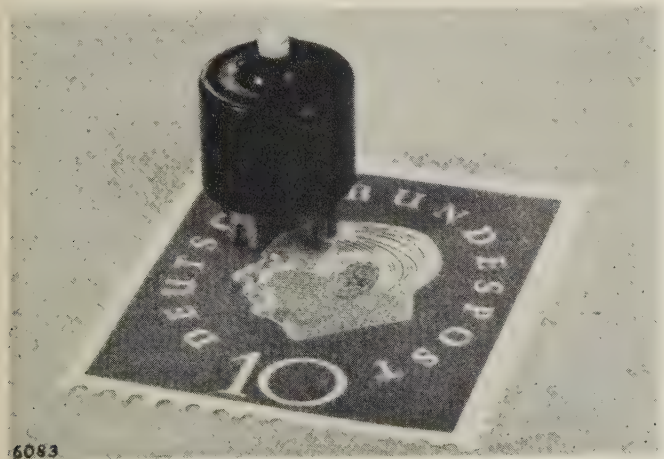


Bild 5. Der Vergleich mit einer Briefmarke läßt die kleinen Abmessungen des Subminiatur-Schalters mit Sprungschaltwerk erkennen.

### Tragbarer Schnellfrequenz-Schraubautomat

DK 621.883.7-83

Bei den bisher verwendeten stationären Schraubmaschinen wird die Schraube durch ein Sortiergerät ausgerichtet und dann entweder von Hand, von einem elektromotorischen Antrieb oder durch Druckluft zum Werkstück hin bewegt und in das vorgeschnittene Gewinde eingeführt. Bei dem von der AEG neu entwickelten Schnellfrequenz-Schraubautomaten zum Einziehen von Zylinder- und Linsenschrauben von M1,4 bis M4 hingegen werden die Schrauben selbsttätig durch einen Vibrationsförderer, der konzentrisch um das Gehäuse der Antriebsmaschine angeordnet ist (Bild 6), der Führungshülse zugeleitet und beim Aufsetzen der Hülse auf das Werkstück in das vorgeschnittene Gewinde eingedreht.

Durch den Vibratorantrieb, der an Wechselstrom 50 Hz anzuschließen ist, wird das Fördergerät, in dessen runden, topfförmigen Behälter die Schrauben hineingeschüttet werden, in Schwingungen versetzt. Hierdurch bewegen sich die Schrauben auf einer im Innern des Behälters angebrachten Wendelbahn nach oben, gelangen durch die Austrittsöffnung am Ende der Wendel auf Grund der während des Fördervorganges vorgesehenen Lageausrichtung mit dem Kopf in die Führungsschiene und gleiten durch diese in die Führungshülse am Fuße der Schraubenzuführung. Die Fördergeschwindigkeit kann mit einem außerhalb des Schraubautomaten untergebrachten Schwingbreitenregler beliebig eingestellt werden. Eine Haltefeder am unteren Ende der Schraubenzuführung verhindert das Herausfallen der untersten Schraube. Wenn nun der



Bild 6. AEG-Schnellfrequenz-Schraubautomat mit Vibrationsförderer.

Schraubautomat am Handgriff nach unten bewegt wird, so greift zunächst die Schrauberkupplung ein und erst dann gibt die Haltefeder die Schraube unter dem Druck der Klinge frei. Beim weiteren Vorschub greift die Klinge in den Schlitz der Schraube ein, richtet diese senkrecht aus und dreht sie in das Gewinde ein. Wenn sie fest sitzt, rastet die Schrauberkupplung aus. Wird nun das Gerät mit dem Handgriff nach oben bewegt, so rückt eine neue Schraube in die Führungshülse nach, der Schraubvorgang kann dann von neuem beginnen.

Als Antrieb des Schraubautomaten dient ein Drehstrommotor mit einer Läuferdrehzahl von 18 000 U/min bei 42 V, 300 Hz Betriebsfrequenz, die von einem Frequenzumformer erzeugt wird. An einem Umformer mit 1 kVA Generatorleistung können bis zu zwölf Schnellfrequenz-Schraubautomaten angeschlossen werden.

Der besondere Vorteil dieses neuen tragbaren Schnellfrequenz-Schraubautomaten liegt vor allem in der freien Beweglichkeit des Gerätes und der damit gegebenen vielseitigen Verwendungsmöglichkeit an größeren und unhandlichen Werkstücken und an schwer zugänglichen Stellen. In der Massenfertigung kann der Schraubautomat jedoch an einem Tischständer oder dergleichen aufgehängt werden.

Bu

## VERBANDSNACHRICHTEN

### VDE

#### Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21  
 Fernruf: 60 341; Fernschreiber (Telex): 04-12 871;  
 Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;  
 Postcheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

#### Inkraftsetzung der Änderung VDE 0560 Teil 3 b/1. 62 der „Regeln für Kondensatoren für Kopplung, Spannungsmessung und Überspannungsschutz“

Gegen den in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 8/9, S. 261 angekündigten Entwurf der Änderung b von VDE 0560 Teil 3 ist nur ein Einspruch eingegangen. Der Entwurf wurde im Einvernehmen mit dem Einsprechenden geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im November 1961 genehmigt. Sie gilt ab 1. Januar 1962.

Einzeldrucke der Änderung können unter der Bezeichnung VDE 0560 Teil 3 b/1. 62 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,75 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker  
 Der Generalsekretär  
 Lauster

#### Termin für die Umstellung explosionsgeschützter Leuchten nach VDE 0171/9. 57, § 43

Für explosionsgeschützte Leuchten nach VDE 0171/9. 57, § 43, Tafel XI gelten die den Zündgruppen G1 bis G5 zugeordneten Grenztemperaturen und Grenzübertemperaturen. In der Fassung VDE 0171/V. 43 waren entsprechende Werte anderen Zündgruppen A, B, C und D zugeordnet. Gemäß § 1 e) von VDE 0170/9. 57 und VDE 0171/9. 57 wäre eine Umstellung auf die neuen Zündgruppen bis zum 1. September 1961 notwendig gewesen.

Da jedoch einerseits die am 1. Februar 1961 in Kraft gesetzte Neufassung des § 43 (Änderung c) bereits seit 1957 bearbeitet wurde und andererseits die Bekanntgabe der neuen Zündgruppeneinteilung (Änderung b) nicht mehr aufgeschoben werden konnte, wurden infolge Beibehaltung der Ausgangsfassung des § 43 aus VDE 0171/V. 43 die Leuchten nicht nach dieser Änderung, sondern bis zum Erscheinen der Änderung c noch gemäß der alten Fassung ausgeführt.

Da die eingangs erwähnte Umstellung sowohl für die Leuchtenindustrie als auch für die Physikalisch-Technische Bundesanstalt als anerkannte Prüfstelle eine längere Übergangsfrist unerlässlich macht, hat der Vorstand des VDE auf Vorschlag der VDE-Kommission 0170/0171 die Übergangsfrist, während der noch die Zündgruppeneinteilung A, B, C und D zugrunde gelegt werden kann, bis zum 1. Juli 1962 verlängert.

Verband Deutscher Elektrotechniker  
 Der Generalsekretär  
 Lauster

#### Änderung a von VDE 0351/11. 60 „Vorschriften für heiß zu vergießende Füllmassen für Kabelzubehörteile sowie für Abbrühungsmassen“

Es hat sich inzwischen ergeben, daß bei der Prüfung der Penetration nach Tafel 2 laufende Nr. 9 auch bei der Masse FA der Kegel statt der Nadel zu benutzen ist. Die Fußnote 1 der Tafel 2 muß daher lauten:

1) Statt der in DIN 1995 U 3 angegebenen Nadel ist der Kegel nach DIN 51 804 zu benutzen.

Einsprüche gegen diese Änderung können bis zum 15. Januar 1962 der VDE-Vorschriftenstelle eingereicht werden.

Der Kommissionsvorsitzende VDE-Vorschriftenstelle  
 v. Wiarda Weise

#### Einspruchsfristen zu Entwürfen von VDE-Bestimmungen

##### VDE 0555/... 61 „Quecksilberdampfstromrichter“,

angekündigt in ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 23, S. 635,  
 Einspruchsfrist bis 1. Januar 1962.

#### Mitteilungen der VDE-Bezirksvereine

##### VDE-Bezirk Schleswig-Holstein

Der VDE-Bezirk Schleswig-Holstein veranstaltete am 14. August 1961 in Kiel, Hotel „Flensburger Hof“, sein erstes technisches Kolloquium. Neben dem gesamten Vorstand waren hierzu eine Reihe von Persönlichkeiten aus dem Kieler Wirtschaftsleben

eingeladen. Das Referat über die technischen Einrichtungen des Straßentunnels in Rendsburg hielt Reg. Ob. Bauinspektor Keunecke.

Nach der Mitteilung über die hohen Verkehrsfrequenzen der beiden sich in Rendsburg kreuzenden Verkehrsadern, nämlich der Bundesstraße E3 und des Nord-Ostsee-Kanals, wurde die Herstellung des Bauwerkes beschrieben, bei der die Forderung zu erfüllen war, den Kanalverkehr während der Bauzeit nicht zu behindern. Recht bemerkenswert sind die zusätzlichen technischen Einrichtungen eines derartigen Tunnels, wie Lüftungs- und Entwässerungsanlage, Beleuchtung, Einrichtungen für die Verkehrsregelung und Alarm- und Sicherungsanlagen. Zugleich wurden Vergleiche mit anderen Tunnelbauwerken gezogen. Die Tunnelbeleuchtung mit ihrer elektronischen Regelung zum Anpassen an die jeweilige Außenhelligkeit entspricht dem neuesten Stand der Technik und ihre Anordnung stützt sich auf Erfahrungen neuzeitlicher Tunnel des In- und Auslandes. Die gesamten Betriebseinrichtungen und der Verkehr im Tunnel werden von einer zentralen Leitstelle überwacht. Der Verkehr wird mit Hilfe von Betriebsfernsehgeräten beobachtet.

Die Ausführungen wurden mit großem Interesse aufgenommen. Anschließend entspann sich eine recht lebhaft ausgeprägte. Neben dem rein fachlichen Gedankenaustausch wurde das gegenseitige Kennenlernen gefördert.

## VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

### Neu erteilte Genehmigungen

#### Installationsmaterial



83. Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955 mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

#### D-Sicherungssockel

Lindner GmbH, Bamberg

D-Sicherungssockel, E 27, 25 A 500 V, einpoliger Einbausoockel nach DIN 49 320 — Typ: 199, —1, —2.

D-Sicherungssockel, E 33, 63 A 500 V, einpoliger Einbausoockel nach DIN 49 321 — Typ: 200, —1.

#### Fassungen für Glühlampen

Bender & Wirth, Kierspe (Westf.)

Fassungen 4 A 250 V, dreiteilige Bajonettfassung B 22, mit Nippelgewinde M 10 × 1 — Typ: 8217/B 22.

Fassungen 4 A 250 V, dreiteilige Schraubfassung E 27, mit Nippelgewinde M 10 × 1 — Typ: 826.

Bröckelmann, Jaeger u. Busse KG, Neheim-Hüsten

Fassungen 2 A 250 V, dreiteilige Schraubfassung E 27, mit Schalter -T-, mit Nippelgewinde M 10 × 1, ohne und mit Schutzleiteranschluß — Typ: 22.61.

Heinrich Popp & Co., Röhrenhof (Post Goldmühl) Bay.

Fassungen 4 A 250 V, dreiteilige Schraubfassung E 27, zur selbständigen Verwendung als Decken- oder Wandfassung, aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typ: 945, 946.

#### Fassungen für Leuchtstofflampen

Bröckelmann, Jaeger u. Busse KG., Neheim-Hüsten

Fassungen für Leuchtstofflampen, 2 A 250 V, als Einbaubehör, ohne und mit Starterfassung — Typ: 26.210.

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld (Westf.)

Fassungen für Leuchtstofflampen, 2 A 250 V, der genehmigten Typen 7818..., 7819..., jetzt auch als Doppelfassung — Typ: 7818/2, 7819/2.

#### Verbindungsmaterial

Paul Jordan, Berlin-Steglitz

Verbindungsstücken 500 V 6 qmm, mit Gehäuse und Abdeckung aus Polyester-Preßmasse mit Glasfaserfüllung, mit und ohne Mantelklemmen M 8 — Typ: VMY 205 PE.

Verbindungsstücken 500 V 10 qmm, mit Gehäuse und Abdeckung aus Polyester-Preßmasse mit Glasfaserfüllung, mit und ohne Mantelklemmen M 10 — Typ: VMY 280 PE.

#### Installationsstecker

Gebr. Berker, Schalksmühle (Westf.)

Installationsstecker, 15 A 250 V~, in abgedichteter Ausführung, abschaltbar, zur Verwendung als Einbausteckvorrichtung — Typ: 10 W 392/10 B 63 Stwf.

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld (Westf.)

Installationsstecker 25 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt in nichtgenormter Ausführung, System-Nr. 72 — Typ: 2325 SWL, —SWLw.

Gebr. Merten, Gummersbach (Rhld.)

Installationsstecker 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 5253, —w.

## Installationssteckdosen

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf (Pegnitz)

Installationssteckdosen 15 A 380 V~, dreipolig mit Null- und Schutzkontakt, nichtgenormte Ausführung System-Nr. 38, der genehmigten Type 2203..., jetzt auch als genormte Steckdose 15 A 380 V~/220 V~, nach DIN 49 445, als Einbausteckdose für Unterputzverlegung — Typ: 2203 Ei, —w.

Gebr. Berker, Schalksmühle (Westf.)

Installationssteckdosen 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 40 440, der genehmigten Typen 10 S..., 982..., 1082..., jetzt mit geändertem Schutzkontaktbügel — Typ: wie vor.

Josef Blass u. Sohn oHG., Wipperfurth-Abstoss (Rhld.)

Installationssteckdosen 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440, für Aufputz- oder Unterputzverlegung, mit Abdeckung aus Formstoff Typ 31 oder 131, mit Kappe, voller runder Platte und Zentralstück mit rundem Zwischenring — Typ: 66/10 S 2, 67/..., 69/...

Brunnquell, Ingolstadt (Donau)

Kupplungssteckdosen 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440, der genehmigten Type 1255, jetzt auch mit geändertem Griffteil aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 1255 b, —w.

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld (Westf.)

Installationssteckdosen 25 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nichtgenormte Ausführung, System-Nr. 72, für Unterputzverlegung, mit Abdeckung aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 2325 Sr, —Sr.w.

## Installationsschalter

Paul Hochköpper & Co., Lüdenscheld (Westf.)

Installationsschalter 10 A 250 V~, einpoliger Aus- oder Wechselschalter, mit Zugvorrichtung, für Auf- oder Unterputzverlegung, mit Kappe oder runder Abdeckplatte oder Zentralstück aus Formstoff Typ 31 und 131 — Typ: 1001 b, —w, —Zb, —Zw, 1006 b, —w, Zb, —Zw, 1011 Irb, —Irw, 1016 Irb, —Irw.

Stotz-Kontakt GmbH, Heidelberg-Pfaffengrund

Installationsschalter 10 A 250 V~, zweipoliger Ausschalter, der bisher genehmigten Typen E 4212..., jetzt auch in Gehäuse Schutzart „B“ für Aufputzverlegung aus Formstoff Typ 31 und 131, mit Membranabdeckung aus PVC — Typ: E 4212 AG, —AGW, —AG 16, —AGW 16, —AGD 16, —AGWD 16, —AGN 16, —AGWN 16.

Schalter wie vor für Unterputzverlegung — Typ: E 4212 UG, —UGW.

Installationsschalter 10 A 250 V, zweipoliger Ausschalter, der bisher genehmigten Typen E 1142..., jetzt auch in rechteckigem Gehäuse Schutzart „B“ aus Formstoff Typ 31 und 131, für Aufputzverlegung — Typ: E 1142 AG 16, —AGW 16, —AGD 16, —AGWD 16, —AGN 16, —AGWN 16.

Schalter wie vor für Unterputzverlegung — Typ: E 1142 UG, —UGW.

## Geräteschalter (Einbauschalter)

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld (Westf.)

Geräteeinbauschalter 15 A 380 V~, Wendeschalter, für Schaltung 642 — Typ: 684/642 ERs-101.

Geräteeinbauschalter 6 A 380 V~, zweipoliger Ausschalter, der genehmigten Typen 697/..., jetzt auch mit Sockel aus Formstoff Typ 31 — Typ: wie vor.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, mit Handwippe aus Formstoff Typ 131 und Sockel aus Formstoff Typ 31, für Spezialschaltung 40-1-01 — Typ: 824/40-1-01.

Geräteeinbauschalter 6 A 250 V~, zweipoliger Ausschalter, mit Taste und Sockel aus Formstoff Typ 150, ohne und mit Schutzleiteranschluß — Typ: 752/2 RS, 752/ ERs.

Ernst Dreefs GmbH, Unterrodach (Ofr.)

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~/10 A 380 V~, zwei- und einpoliger Ausschalter, mit Drucktaste aus Formstoff Typ 31 und Gehäuse aus Formstoff Typ 150 — Typ: 9 DM-01.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~/10 A 380 V~, 7-Takt-Schalter, Warmschalter, der bisher genehmigten Typen 79..., jetzt auch als Warmschalter für 150 °C — Typ: wie vor.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~/10 A 380 V~, Warmschalter, der bisher genehmigten Typen 1...10, DK..., jetzt auch als Warmschalter für 150 °C — Typ: wie vor.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~/10 A 380 V~, Spezialheizregelschalter, Warmschalter, der bisher genehmigten Typen K 186..., jetzt auch als Warmschalter für 150 °C — Typ: wie vor.

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~/10 A 380 V~, zweipoliger Ausschalter, mit Handwippe aus Formstoff Typ 31, Warmschalter — Typ: WiV.

Kaut u. Bux oHG., Stuttgart-Vaihingen

Geräteeinbauschalter 4 A 250 V~, zweipoliger Umschalter, mit Kipphebel aus thermoplastischem Formstoff und Abdeckung aus Formstoff Typ 31 — Typ: PM.

J. u. J. Marquardt, Rietheim b. Tuttingen (Württ.)

Geräteeinbauschalter 10 A 250 V~, Warmschalter, mit Handwippe aus Formstoff Typ 131 in verschiedenen Farben, als zweipoliger Um- oder Ausschalter und einpoliger Um- oder Ausschalter, vierfach — Typ: 1440, 1441, 1442, 1443, ... D.

Geräteeinbauschalter wie vor, jedoch dreifach — Typ: 1430, 1431, 1432, 1433, ... D.

Geräteeinbauschalter wie vor, jedoch zweifach — Typ: 1420, 1421, 1422, 1423, ... D.

Geräteeinbauschalter wie vor, jedoch einfach — Typ: 1410, 1411, 1412, 1413, ... D.

## Geräte



## Leuchten (ortsfest)

Lenze KG, Neheim-Hüsten

Langfeld-Leuchten, geschlossene Ausführung, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), für zwei Leuchtstofflampen 20 oder 65 W — Typ: 7492/20, 7482/20, 7492/65, 7482/65.

## Heißwasserbereiter und ähnliche Geräte

Burger Eisenwerke AG, Burg/Dillkreis

Heißwasserspeicher, drucklos, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß), 220 V, 2000 W bzw. 4000 W, 5, 10 oder 15 l Inhalt, für Wand- oder Untertischmontage — Typ: 52, 102, 154, 521, 1021, 1541.

## Herde und ähnliche Geräte

F. Küppersbusch u. Söhne AG, Gelsenkirchen

Elektrovollherde 220/380 V~, und 380 V~, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß) mit drei oder vier Platten, Nennaufnahme: 6900, 7400, 8350 W, — Typ: Kronjuwel 41.429/4, —/3, 41.428/3, Juwel 41.423/3, 41.422/4, —/3, Solid 41.413/3, 41.412/4, —/3.

## Brotröster

Max Braun, Frankfurt/M.

Brotröster 220 V~, 750 W, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß), — Typ: HT 1.

## Raumheizgeräte

AEG — Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Nürnberg

Infrarot-Wandstrahler 220 V, 1000 W, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß), der genehmigten Type ENr. 614 001 100, jetzt mit Rohrheizkörper 6,5 mm Ø — Typ: wie vor.

## Temperaturregler und dgl.

Eberle & Co., Elektro GmbH, Nürnberg

Anlegetemperaturregler der genehmigten Typenreihe 730..., jetzt auch in Normalausführung belastbar mit 10 A 250 V~, für Temperaturen bis 200 °C und 6 A 250 V~ für Temperaturen bis 300 °C und in Sonderausführung belastbar mit 10 A 250 V~ für Temperaturen bis 300 °C — Typ: wie vor.

E.G.O. Elektro-Geräte Blanc u. Fischer, Oberdingen (Württ.)

Temperaturregler der bisher der Fa. Robertshaw-Fischer GmbH genehmigten Typen werden, wie nachstehend aufgeführt, der Fa. E.G.O. Elektro-Geräte, Blanc u. Fischer genehmigt.

alte Typenbezeichnung	neue Typenbezeichnung
EA-G	61.01010.01
EA-G Wählbegr.	61.21230.01
EA-G-33	61.11010.01
R 1092	60.03100.01
D1-G	62.01010.01
Ka 11	68.11090.11, 69.11201
512	65.03915.01
612	63.01010.01
64.30101.00	64.01010.01
64.30101.51	64.01015.06
64.30101.01	64.01015.05
64.30101.52	64.01015.07

PFN — Landis & Gyr GmbH, Frankfurt/M.

Temperaturregler und -begrenzer der Typenreihe RAK... jetzt auch als Sicherheitstemperaturbegrenzer — Typ: RAK 7, ... hg.

Siemens-Elektrogeräte AG, Traunreut (Obb.)

Temperaturregler 10 A 250 V~, zum Einbau in Bügelgeräte oder dgl., Einstellbereich 60—220 °C, Verwendungstemperatur 250 °C — Typ: TH 817-6735.

YLEKTRA Elektro-Apparatebau GmbH, Rheydt

Sicherheitstemperaturbegrenzer 3 × 25 A/380 V~, Abschalttemperatur 105 °C, Verwendungstemperatur 100 °C — Typ: U 330.

## Staubsauger

Munack KG., Berlin-Spandau

Handstaubsauger 220 V, 210 W, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß) — Typ: Ele-Be.

## Kühlschränke (Kompressorprinzip)

Siemens-Elektrogeräte AG, Berlin-Siemensstadt

Haushaltskühlschränke der genehmigten Type KT 115 A, jetzt mit geändertem Aggregat — Typ: KT 115 B.

Haushaltskühlschränke 220 V, 110 V, 110 W, 145 l Inhalt, Schutzklasse I (mit Schutzleiteranschluß) — Typ: KT 145 B.

Electrostar GmbH, Robert Schöttle, Reichenbach (Fils) Württ.

Haushaltsstaubsauger der genehmigten Typen werden in der Typenbezeichnung, wie nachstehend aufgeführt, geändert:

alte Typenbezeichnung	neue Typenbezeichnung
Sts 300.4	13 05 2, 13 05 1
Sts 300	13 01 2, 13 01 1
Sts 852	13 03 2, 13 03 1
Sts 888	13 04 2, 13 04 1

Haushaltsküchenmaschine der genehmigten Type 100 001 20, 100 002 20, jetzt mit der neuen Typenbezeichnung — Typ: 11 07 2, 11 08 2.

## Vorschaltgeräte

Siemens-Elektrogeräte AG, Traunreut (Obb.)

Drosselspulen für Leuchtstofflampen 220 V, Nennstrom 0,39 A — Typ: LZ 2061, LZ 2061 W.

Drosselspulen für Leuchtstofflampen 220 V, Nennstrom 0,44 A — Typ: LZ 4062, LZ 4062 W.

**Funkentstörkondensatoren**

Rudolf Bögelsbacher, Tutsfeldt ü. Emmendingen  
Vorbeischleifkondensatoren, 2 A 250 V, 0,02–0,02 µF, Flachwickel mit Kunstfolienbandage — Typ: BKB.  
Entstörkondensatoren für Einzelanschluß 250 V, 0,02 µF, zylindrisch in Isolierrohr — Typ: BKB.

S. & H. Wernerwerk für Bauelemente, Berlin-Siemensstadt  
Entstörkondensatoren der genehmigten Typenreihe B 81211 ..., jetzt mit der Kapazität 0,025 µF + 2500 pF (b) — Typ: B 81211 AB 13.  
Entstörkondensatoren wie vor, der Kapazität 2 × 2500 pF (b) — Typ: B 81211 AB 03.

Entstörkondensatoren wie vor, der Kapazität 0,1 µF + 2 × 2500 pF (b), Temperaturbereich 0 ... + 85 °C — Typ: B 81311 AB 14.

**Leitungen und Zubehör****Isolierte Starkstromleitungen (VDE-Kennfaden schwarz-rot)**

Standard-Elektrik Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen  
Sonderkunststoff-Aderleitungen — Typ: NSYAF.

**Installationsrohre**

Rust & Co. KG, Bückeburg  
Installationsrohre aus Kunststoff, gerillt, ohne Werkzeug biegsam, ohne Auskleidung, Nennmaße 11-13,5-16 mm, schwere und leichte Ausführung, Kennzeichen „A“, „C“ — Typ: S, L.

**Neu erteilte Genehmigungen zur probeweisen Verwendung****Installationsmaterial****Installationsstecker**

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf (Pegnitz)  
Installationsstecker 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, der genehmigten Typen 1535 ..., jetzt mit Trägereil aus Formstoff Typ 51 — Typ: wie vor.

Kromberg u. Schubert, Wuppertal-Langerfeld  
Installationsstecker 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, mit Steckerkörper aus PVC und Trägereil aus Formstoff Typ 31, mit Leitung NYLHY (PR) 3 × 0,75 qmm — Typ: —.

**Installationssteckdosen**

Brunnquell, Ingolstadt (Donau)  
Kupplungssteckdosen 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440, aus PVC braun oder weiß — Typ: 1254, —w.

Leonische Drahtwerke AG, Nürnberg  
Gerätesteckdosen 6 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 494, mit Körper aus PVC und fest angeformter Zuleitung NYLHY (PR) 3 × 0,75 qmm — Typ: 190.

**Verlängerungsschnüre**

Kabelwerke Reinshagen GmbH, Wuppertal-Ronsdorf  
Verlängerungsschnüre 10 A 250 V, mit Stecker zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, mit Kontaktstiften rund und beidseitig geklebt, mit Kupplungssteckdose zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440, mit Leitungen NYLHY (PR) 3 × 0,75 qmm, NYMHY (PR) 3 × 0,75 qmm oder NYMHY (PR) 3 × 1,0 qmm — Typ: Y 707/751.

**Geräteschalter (Einbauschalter)**

Busch-Jaeger, Dürener Metallwerke AG, Lüdenscheld (Westf.)  
Geräteeinbauschalter 6 A 250 V~, zweipoliger Ausschalter, mit PVC-Ummantelung für Schutzart „C“, ohne Schutzleiteranschluß, mit fest angeformter Zuleitung NYMHY (PR) 4 × 0,75 qmm — Typ: 752/2 Rs PVC W1.

**Leitungen und Zubehör****Probeweise verwendbare isolierte Starkstromleitungen (VDE-Kennfaden schwarz-rot-gelb)**

Kabelwerk Rheydt AG, Rheydt (Rhld.)  
Drillingsleitung — Typ: NYD (PR).  
Sonder-Gummiaderleitungen — Typ: NSGA (PR), NSGAF (PR) und NSGAFM (PR).

Leonische Drahtwerke AG, Nürnberg  
Sonder-Gummiaderleitungen — Typ: N2GSA (PR), N2GSA rd (PR), N2GSA fl (PR), N2GSA vers (PR).

**Probeweise verwendbare isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen (VDE-Kennfaden schwarz-rot-gelb)**

Wiener Kabel- und Metallwerke AG, Wien (Österreich)  
Innenkabel IY (St) Y (PR).

**Funk-Entstörung****Haushaltsgeräte**

Electrostar GmbH, Robert Schöttle, Reichenbach (Fils) Württ.  
Handstaubsauger 220 V, 280 W, Schutzklasse II (schutzisoliert), Funkstörgrad N 59 — Typ: 13 05 2, 13 05 1.  
Haushalts-Staubsauger 220 V, 110 V, 420 W, Schutzklasse II (schutzisoliert) Funkstörgrad N 59 — Typ: 13 04 2, 13 04 1.

Haushalts-Staubsauger wie vor, jedoch 350 W — Typ: 13 03 2, 13 03 1.

Haushalts-Staubsauger kombiniert mit Bohrer, 110 V, 220 V, 300 W Schutzklasse II (schutzisoliert) Funkstörgrad N 59 — Typ: 13 01 1, 13 01 2.

Haushalts-Küchenmaschine, 220 V, 420 W, Schutzklasse II (schutzisoliert), Funkstörgrad N 59 — Typ: 11 07 2, 11 08 2.

**Gestrichene Genehmigungen**

Die hierunter aufgeführten Streichungen von Zeichen-Genehmigungen verstehen sich — soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich etwas anderes angegeben ist — auf Genehmigungsausweise, die wegen Einstellung der Fertigung der bisher genehmigten Artikel oder wegen Übergang auf abgeänderte und inzwischen neu genehmigte Bauarten ungültig geworden sind.

**Installationsmaterial****Installationssteckdosen**

Brunnquell, Ingolstadt (Donau)  
Installationssteckdosen 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441 der Typen 1212 w, 1222 w ... sind gestrichen.

**Installationschalter**

Albrecht Jung, Schalksmühle (Westf.)  
Installationschalter 10 A 250 V, 15 A 250 V, in Gehäuse Schutzart „B“ für Unterputzverlegung mit einem Einführungsstutzen, der Typen 721 (726) WU/1/53 bWü, —wWü ... sind gestrichen.  
Installationschalter wie vor, der Typen 725 WU/1/53 bWü, —wWü ... sind gestrichen.

**Installationsstecker**

Wickmann-Werke AG, Witten-Annen  
Installationsstecker 10 A 250 V, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441, der Type 19003 ... sind gestrichen.

**Geräte****Haushaltsgeräte**

Frank'sche Eisenwerke, Adolphshütte-Niederscheld  
Elektro-Vollherde der Type 4 — 2003 ... sind gestrichen.  
Rowenta Metallwarenfabrik GmbH, Offenbach/M.  
Automatischer Brotröster der Type E 5216 ... sind gestrichen.

**Schmelzbare Elektro-Wärmegeräte**

Karl Jansing, Berlin-Nikolassee  
Heizkissen der Type Ka—Ja ... sind gestrichen.

**Vorschaltgeräte**

Brown, Boveri & Cie AG, Mannheim  
Drosselspulen für Leuchtstofflampen, der Type 42/22 KXs, 42/22 KXst, .../21 KÜs, .../21 KÜsvo ... sind gestrichen.

**Leitungen und Zubehör****Kabelvergußmassen**

Chemische Fabrik Grudzinski KG, Duisburg  
Kabelvergußmassen der Typen A und B ... sind gestrichen.  
Felten & Guillaume Carlswerk AG, Köln-Mülheim  
Kabelvergußmassen der Typen A, B, C und D ... sind gestrichen.

Paul Höhne KG, Hamburg-Blankenese  
Kabelvergußmassen der Typen A und B ... sind gestrichen.

Johannes Lotzin, Chemische Fabrik GmbH, Hamburg-Billbrook  
Kabelvergußmassen der Typen A und B ... sind gestrichen.

Dr. F. Raschig GmbH, Ludwigshafen (Rh.)  
Kabelvergußmassen der Typen A und B ... sind gestrichen.

Westfälische Mineralöl und Asphaltwerke W. H. Schmitz KG, Dortmund  
Kabelvergußmassen der Typen A und B ... sind gestrichen.

**BEKANNTMACHUNGEN****Deutscher Verband  
Technisch-wissenschaftlicher Vereine**

Die im Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine zusammenarbeitenden 160 000 Ingenieure, Physiker und Chemiker der Bundesrepublik bitten im Augenblick der Bildung einer neuen Bundesregierung alle Parteien, sich der Bedeutung der technischen Wissenschaft und Forschung sowie der weiteren technischen Entwicklung der Bundesrepublik inmitten des Wettbewerbs der großen Mächte bewußt zu sein.

Sie halten zur Verteidigung unserer sozialen, wirtschaftlichen und politischen Stellung in der Welt eine stärkere Beachtung der wissenschaftlichen Forschung und der sich daraus ergebenden Entwicklung auf allen Gebieten der Technik für die dringendste Aufgabe der politischen Instanzen der Bundesrepublik. Die nationalen und internationalen Aufgaben, die der zukünftigen Bundes-

regierung gestellt sind, erfordern eine entsprechende Organisation der Förderung von Wissenschaft und Forschung in der Bundesrepublik. Vordringlich ist eine stärkere Koordinierung der bisherigen Bemühungen der Länder und der Selbstverwaltungsorganisationen. Der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine ist aber der Meinung, daß die Bundesregierung hierbei eine entscheidende Funktion übernehmen muß. Als verantwortliche Dachorganisation der deutschen naturwissenschaftlichen und technischen Wissenschaften hält der Verband die Schaffung eines neuen Ressorts oder die Betrauung eines bestehenden Bundesministeriums mit ausreichenden Zuständigkeiten für unumgänglich.

Der Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine bittet die für die Neubildung der Bundesregierung verantwortlichen Politiker, dieser lebensentscheidenden Frage Rechnung zu tragen. Er verweist auf die beigefügte Entschlieung, welche die wissenschaftlichen Gesellschaften der Ingenieure, Physiker und Chemiker am 17. Mai 1961 einmütig gefaßt haben (Staatspolitische Aufgaben im Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften. VDI-Verlag, Düsseldorf 1961) und in der eine staatliche Institution gefordert wird, die die Erfahrungen der Bundes- und Länderressorts sowie der bestehenden Selbstverwaltungs-Organisationen und Einrichtungen in einem Bundesministerium oder einer gleichrangigen Einrichtung nutzt und im staatspolitischen Interesse wirksam koordiniert.

Für den Vorstand

Dr.-Ing E. h. *H.Kost* Prof. *F. M. Küper*  
Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h. *H. Schenk*

### Deutsche Kommission für Ingenieurausbildung

Die Deutsche Kommission für Ingenieurausbildung empfiehlt in ihrer 5. Entschlieung vom 30. Mai 1961, an einigen staatlichen oder staatlich anerkannten Ingenieurschulen Abteilungen für „Physikalische Technik“ einzuführen. Diese Entschlieung ist an die Herren Kultusminister der Länder und die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder gerichtet und wurde am 27. September 1961 übergeben. Mit der 5. Entschlieung unterstützt die Deutsche Kommission für Ingenieurausbildung einen Vorschlag des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften, der einen detaillierten Studienplan für die Ausbildung von Ingenieuren der Physikalischen Technik ausgearbeitet hat. Die Industrie benötigt in zunehmendem Maße Ingenieure, die in der technischen Anwendung physikalischer und physikalisch-technischer Arbeits- und Meßverfahren, vor allem neuerer Entwicklung, ausgebildet sind und als Mitarbeiter der Physiker in Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Betrieb von Apparaturen und Instrumenten moderner physikalischer Forschung tätig sein können.

### I. Kongreß des Europäischen Atomforums

Der Vorstand von Foratom (Europäisches Atomforum) hat beschlossen, den I. Kongreß von Foratom Ende September 1962 in Paris abzuhalten und *M. Robert Gibrat* einstimmig gebeten, den Vorsitz und die Organisation zu übernehmen. Der Kongreß wird im Gebäude der UNESCO in Paris abgehalten und sich über 3 Tage erstrecken.

Außer der Eröffnungssitzung sind 8 Plenarsitzungen vorgesehen, in denen Einzelthemen behandelt werden.

Die Kongreßsprachen werden die in der Satzung von Foratom festgelegten Sprachen sein, nämlich Deutsch, Englisch und Französisch. Sie können in den Sitzungen unterschiedslos gebraucht werden. Eine Simultanübersetzung dieser Sprachen ist vorgesehen.

An diesem Kongreß können lediglich die Mitglieder der nationalen Vereinigungen teilnehmen, die Foratom angehören, sowie diejenigen Persönlichkeiten oder Organisationen, die im Einverständnis mit dem Vorstand eine besondere Einladung vom Präsidium von Foratom erhalten.

Weitere Auskünfte erteilt das Deutsche Atomforum e. V., Bonn, Kaiserstraße 201, Fernruf 2 18 48 u. 2 67 57. of

## VERANSTALTUNGSKALENDER

**Amberg:** VDE-Bezirksverein Nordbayern, Zweigstelle Amberg, Haselmühlstraße 50.

13. 12. 1961, 20.00, SSW-Gerätewerk, Amberg, Haselmühlstraße 50: „Über die Gefahren des elektrischen Stromes“, Dr.-Ing. *M. Beyer*, Wipperfurth, Dr. med. habil. *S. Koeppen*, Wipperfurth.

**Bayreuth:** VDE-Bezirksverein Nordbayern, Zweigstelle Bayreuth, Alexanderstraße.

15. 12. 1961, 20.00, BELG, Hörsaal, Kanalstr. 2: „Erfassung der Fernsprechggebühren in Nebenstellenanlagen“, Ing. *W. Kurz*, Karlsruhe.

**Bielefeld:** VDE-Bezirk Westfalen-Ost, Bielefeld, Kavalleriestr. 26.

15. 12. 1961, 18.00, Haus der Technik, Vortragssaal, Jahnplatz 5: „Elektrische Bausteine der Steuerungstechnik“, Obering. *H. Brungsberg*, Frankfurt a. M.

**Bremen:** ETV Bremen, Delmestr. 86.

14. 12. 1961, 20.00, Stadtwerke Bremen AG, Schalthaus Mitte, Vortragssaal, Am Wall: „Erlangen — Karatschi — Hongkong. 5 Reise Wochen im Dienst der Technik“, Obering. Dipl.-Ing. *Blencke*, Erlangen.

**Erlangen:** VDE-Bezirksverein Nordbayern, Zweigstelle Erlangen, Hofmannstr. 66.

21. 12. 1961, 19.30, Großer Hörsaal d. Physikal. Instituts d. Universität Erlangen, Glückstr. 6: „Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik“, Prof. Dr.-Ing. habil. *H. Teichmann*, Oberpoststr., Nürnberg.

**Hagen:** VDE-Bezirk Bergisch Land, Zweigstelle Hagen, Frankfurter Str. 89.

19. 12. 1961, 18.00, Vortragsraum der Elektromark Hagen: „Ausführung von Germanium- und Silizium-Gleichrichteranlagen“, Dipl.-Ing. *Lehmann*.

**Hamburg:** VDE-Bezirk Hamburg, Gerhart-Hauptmann-Platz 48.

14. 12. 1961, 17.30, Museum für Völkerkunde, Rothenbaumchaussee 64: „Logik und Mathematik“, Prof. Dr. *P. Lorenzen*, Kiel.

**Hannover:** ETG Hannover, Bischofsholer Damm 70.

19. 12. 1961, 18.15, Technische Hochschule, Hörsaal 42: „Der Einfluß der Sternpunktbehandlung auf den Netzschutz (Kurzschlußschutz)“, Dipl.-Ing. *W. Seng*, Erlangen.

**Kassel:** VDE-Bezirksverein Kassel, Scheidemannplatz 1.

14. 12. 1961, 18.00, Hessisches Landesmuseum, Hörsaal: „Das neue Zyklotron der Universität Göttingen und moderne Teilchenbeschleuniger“, Prof. Dr. *Flammersfeld*, Göttingen.

**Köln:** VDE-Bezirk Köln, Köln-Riehl, Amsterdamer Str. 192.

15. 12. 1961, 18.00, Staatliche Ingenieurschule, Ubiering 48: „Hochspannungsgleichrichteranlagen für Elektrofilter“ (mit Lichtbildern), Dipl.-Ing. *R. Schulz*, Frankfurt/Main.

**München:** ETV München, München 8, Rosenheimer Str. 5.

18. 12. 1961, 18.00, Deutsches Museum, Vortragssaal 2: „Überwachung des Betriebsablaufes durch Fertigungszentralen“, Dipl.-Ing. *H. Göttrop*, Pforzheim.

**Nürnberg:** VDE-Bezirksverein Nordbayern, Nürnberg, Keßlerstr. 40.

12. 12. 1961, 19.30, Hochhaus am Plärrer, Vortragssaal, Südliche Fürther Str. 1: „Über die Gefahren des elektrischen Stromes“, Prof. Dr.-Ing. *K. Brinkmann*, Wipperfurth, Dr. med., habil. *S. Koeppen*, Wipperfurth.

**Regensburg:** VDE-Bezirksverein Nordbayern, Zweigstelle Regensburg, Einhauserstr. 9.

12. 12. 1961, 16.00, Ingenieurschule Regensburg, Prüfeningerstr. 58: „Zeigerdiagramm, Ersatzschaltbild und andere Modelldarstellungen in der Elektrotechnik, ihre Zweckmäßigkeit und Grenzen“, Dr. *A. v. Weiss*, Nürnberg.

**Würzburg:** VDE-Bezirksverein Nordbayern, Zweigstelle Würzburg, Sterenstr. 1.

11. 12. 1961, 18.00, Vortragssaal „Elektroberatung“, Kaiserstr. 29: „Über die Gefahren des elektrischen Stromes“, Dr.-Ing. *M. Beyer*, Wipperfurth, Dr. med. habil. *S. Koeppen*, Wipperfurth.

**Berlin:** Lichttechnische Gesellschaft, Bezirksgruppe Berlin, Berlin-Charlottenburg 1, Ernst-Reuter-Platz 8.

13. 12. 1961, 18.00, Technische Universität, Hörsaal H 1012: „Zur Frage der Erhöhung des Beleuchtungsniveaus in Innenräumen“, Dr.-Ing. *H.-J. Hentschel*, Karlsruhe.

**Wuppertal:** Technische Akademie Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld, Hubertusallee 18.

18. 12. bis 20. 12. 1961, 9.00—12.00, 14.00—17.00, Technische Akademie, Hubertusallee 18: „Technologie der Kunststoffe“, Teil I: „Entwicklungsgeschichte, Eigenschaften, Verarbeitungs- und Anwendungsmöglichkeiten“, Prof. Dr.-Ing. *A. H. Henning*, Aachen, Dipl.-Ing. *O. Schwarz*, Aachen, u. Dipl.-Ing. *Zöhren*, Aachen.

## PERSÖNLICHES

**E. Graetz.** — Am 13. Oktober 1961 wurde *Erich Graetz* siebzig Jahre alt. Als Komplementär der Graetz KG in Altena/Westf. war er maßgebend am Wiederaufbau dieses Unternehmens nach dem zweiten Weltkrieg beteiligt.

*E. Graetz* ist ein Enkel des Firmengründers *Albert Graetz*, der vor über 100 Jahren eine hellbrennende Petroleumlampe entwickelt hat, deren Nachfolgetypen heute noch ein wichtiges Exporterzeugnis ist. Im Jahre 1930 übernahmen *E. und F. Graetz* die Leitung des nahezu 5000 Mitarbeiter zählenden Unternehmens. Als Folge des Krieges wurde das Hauptwerk in Berlin und das Rundfunkwerk in Rochlitz enteignet und ein weiteres Werk in Bregenz unter Treuhänderschaft der österreichischen Regierung gestellt.

Im Sommer 1947 wurde die Graetz KG gegründet, welche Petroleum-Erzeugnisse und Rundfunkempfänger wieder herstellte. Heute beschäftigt das Unternehmen wieder über 6000 Mitarbeiter in 8 Werken.

Im Interesse einer Weiterführung des Unternehmens wurde im April dieses Jahres die Mehrheit der Anteile von der Standard Elektrik Lorenz AG übernommen.

**W. Zimmermann.** Am 8. November 1961 vollendete Dr.-Ing. *W. Zimmermann* sein 70. Lebensjahr. Seit 1928 ist der gebürtige Aachener in Berlin sesshaft geworden. Er übernahm damals die Leitung der elektrotechnischen Abteilung der Vereinigung der Elektrizitätswerke (VdEW), der Vorgängerin der Spitzenorganisation der öffentlichen Elektrizitätswerke in der Bundesrepublik,

der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW), die ihren Sitz in Frankfurt a. M. hat. Dr.-Ing. Zimmermann verblieb auch nach Kriegeende in der alten Reichshauptstadt und nimmt seit 1945 die Vermögensverwaltung des früheren Verbandes im angestammten Haus am Nollendorfplatz wahr. Durch seine Arbeitsaufgabe ist W. Zimmermann nunmehr im vierten Jahrzehnt auch dem VDE eng verbunden. Er ist Mitglied verschiedener VDE-Kommissionen und wirkt heute noch besonders aktiv in der Kommission für Errichtungsvorschriften (unter 1000 V), darüber hinaus auch auf internationalem Gebiet, für die Belange der Sicherheit der Erzeugung, Verteilung und Anwendung der Elektrizität. HLM

## JUBILÄEN

**R. Bosch.** — Die Robert Bosch GmbH ist ein Unternehmen, das jetzt rund 73 000 Mitarbeiter in einigen Dutzend Werken, Verkaufshäusern, Tochter- und Beteiligungsgesellschaften im In- und Ausland zählt. Am 15. November 1886, also vor 75 Jahren, wurde von Robert Bosch mit einem Gesellen und einem Lehrling in seiner Stuttgarter Hinterhaus-Werkstatt der Grundstein zu diesem Weltunternehmen gelegt. Der junge R. Bosch, Sohn eines Bauern und Gastwirts aus Ahlbeck unweit von Ulm, im Jahre 1861 geboren, zog gleich nach dem Ende einer Mechanikerlehre in die Fremde. Nach sieben Lehr- und Wanderjahren, in denen er unter anderem in Nürnberg bei Schuckert, in Amerika bei Bergmann und Edison, in England bei Siemens Brothers arbeitete, eröffnete er im November 1886 in Stuttgart eine „Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik“.

Schon Anno 1899 gründete R. Bosch die erste ausländische Vertriebsgesellschaft in Frankreich und Belgien, um seine Produkte zu verkaufen. Bereits vor dem ersten Weltkrieg war Bosch in den ganzen USA bekannt. Bis zum Jahr 1914 erreichte der Exportanteil 88 % der Produktion. An die stets sorgfältig gepflegten ausländischen Geschäftsbeziehungen konnte das Haus Bosch auch nach dem zweiten Weltkrieg wieder anknüpfen. Heute gibt es etwa 2500 Bosch-Vertretungen, -Dienste, -Werkstätten und -Kundendienststellen in 130 Ländern aller fünf Erdteile. Eigene Fertigungsbetriebe stellen Bosch-Erzeugnisse in Brasilien, in Indien und in Australien her.

R. Bosch führte schon im Jahre 1906 — wider jegliche Geflohenheit jener Jahre — für seine über 600 Arbeiter und Angestellten den Acht-Stunden-Tag ein. Vier Jahre später ließ er für die inzwischen auf 3000 Mann vergrößerte Mitarbeiterschar den freien Samstagnachmittag folgen.

Seine Unternehmerrgewinne aus den Jahren des ersten Weltkrieges ließ er dem Allgemeinwohl zugute kommen, weil er am Krieg nichts verdient haben wollte. Anlässlich seines 75. Geburtstages und 50jährigen Bestehens seiner Firma stiftete er das Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart.

Am 12. März 1942 starb R. Bosch im 81. Lebensjahr. Die Zerstörung seines Lebenswerkes, der Werke in Stuttgart, Feuerbach, Dessau und Berlin im Jahre 1943, hat er nicht mehr erlebt. Die Firma, in deren Werken der letzte Krieg fürchterlich gehaust hatte und deren neuer Start 1945 mit Schutträumungsarbeiten einer 800-Mann-Belegschaft begann, hat mit ihren Produktionsstätten längst die Grenzen ihres Ursprungslandes und mit ihrer Größe die einstigen Maßstäbe übersprungen.

Auch in den Werken des Bosch-Firmenverbands gebietet nicht mehr ein einziger, ein Gremium trifft die Entscheidungen. Der Grundsatz jenes alten Herrn „Sei Mensch und ehre Menschenwürde“ ist so lebendig wie eh und je.

Auf dem Weg zur Fünf-Tage-Woche eilte die Firma Bosch seit dem Jahre 1950 weit voraus. Bei all der harten Arbeit, die in den Werkhallen, in Büros und Laboratorien verlangt und geleistet wird, ist Bosch im Unternehmerischen und Sozialen immer an der Spitze.

**J. Horatz.** — Am 17. Oktober 1961 beging Dr. rer. pol. Joseph Horatz, Generaldirektor der Felten & Guillaume Carlswerk AG, Köln-Mülheim, sein vierzigjähriges Dienstjubiläum.

Er ist geborener Kölner und besuchte das bekannte Gymnasium in der Kreuzgasse. Nach dem Studium der Volkswirtschaft an den Universitäten Bonn, Leipzig und Köln promovierte J. Horatz im Jahre 1921 über die Entwicklung der deutschen Kabelgesellschaften. Im gleichen Jahr trat er in das Carlswerk ein, wo er 1932 Prokura erhielt und 1938 in den Vorstand der Kabelwerk Wilhelminenhof AG, der Berliner Tochtergesellschaft von F & G, berufen wurde. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde er Vorstandsmitglied von F & G und 1950 zum Vorsitz des Vorstandes und Generaldirektor ernannt.

J. Horatz setzte sich dafür ein, Deutschland wieder in den internationalen Nachrichtenverkehr als vollberechtigten Partner einzuführen. Unter seiner Führung konnte 1950 die Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft wieder aufleben, die 1952 das Emden-Vigo-Kabel und 1959 das Emden-Azoren-Kabel zurückerhalten hat.

Er gehört unter anderem dem Außenhandelsbeirat des Bundeswirtschaftsministeriums und dem Europa-Ausschuß des Deutschen Industrie- und Handelstages an.

Für seine Verdienste wurde ihm vom Bundespräsidenten bei seinem 60. Lebensjahre im Jahre 1954 das Große Verdienstkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen.

fi

**150 Jahre Fried. Krupp.** — Als am 20. November 1811 die Firma Fried. Krupp „zur Verfertigung des englischen Gußstahles und aller daraus resultierenden Fabrikate“ gegründet wurde, kam es dem Firmengründer wohl in erster Linie darauf an, den Guß- oder Tiegelstahl, der von den Engländern erfunden worden war und dessen Fabrikation als Geheimnis gehütet wurde, herzustellen. Sein Entschluß, Gußstahl zu erzeugen, wurde gefördert durch die Blockade, die Kontinentalsperre, die Napoleon I. 1806 über England verhängte und durch die der auf dem Kontinent unentbehrlich gewordene Tiegelstahl nicht mehr eingeführt werden konnte.

1816 gelang es Friedrich Krupp nach kostspieligen Versuchen, den ersten Tiegelstahl in bescheidenen Mengen herzustellen und ihn an verschiedene Fabriken der Umgebung zum Herstellen von Werkzeugen zu liefern. Gleichzeitig fertigte er aus seinem Stahl Gerberwerkzeuge, Bohrer, Drehstähle und vor allen Dingen Prägestempel für die Münzämter an, die einen harten und zähen Stahl verlangten. Auch lieferte er kleine Walzen für die Herstellung von Silber- und Golddrähten für die Schmuckwaren- und verwandte Industrien. Mit der Produktion von Walzen erschloß er ein Gebiet, das sein Nachfolger Alfred Krupp zur Grundlage seines Geschäftes machte und das bis heute seine Bedeutung behalten hat.

Friedrich Krupp hat in den 15 Jahren, die ihm nach der Gründung seiner Firma noch zu leben vergönnt waren, viel gewagt und viel verloren. 1824 zwang ihn die wirtschaftliche Lage, in das später als „Stammhaus“ bekannt gewordene kleine Aufseherhaus zu ziehen.

Als Friedrich Krupp 1826 starb, hinterließ er eine Fabrik mit vier Arbeitern, Erfahrungen in der Gewinnung und Verwendung von Tiegelstahl und 10 000 Reichsthaler Schulden, die aus Darlehen seiner Familie stammten, die der Witwe Therese Krupp und dem 14jährigen Geschäftsführer Alfred Krupp auch weiterhin mit Betriebskrediten aushalf.

Unter Alfred Krupp (Bild 1) beginnt ein stetiger, wenn auch von Zeit zu Zeit durch Rückschläge unterbrochener Aufstieg, der sich bis zu seinem Tode im Jahre 1887 fortsetzte. Alfred Krupp war ein wagemutiger, genialer Unternehmer, der trotz der fehlenden technischen Fachschulausbildung ein großes technisches Verständnis und Einfühlungsvermögen hatte. Eine seiner ersten Erfindungen war die zweiteilige Walze, ein auf einem Dorn ringförmig geschmiedeter Stahlmantel, der nach dem Härten auf eine Achse aufgeschraubt wurde. So entstand bereits im Jahre 1831 der Vorläufer der heutigen schweren geschmiedeten Mantelstützwalze.

Der Kauf einer Dampfmaschine im Jahre 1836 zum Antrieb der Hämmer schaffte die Voraussetzung für die Entwicklung von Großschmiedestücken für die damals aufkommende Dampfschiffahrt und Eisenbahn. Das 1841 gelieferte Walzwerk ist der Beginn für die

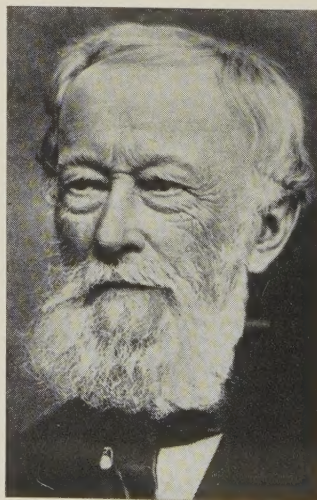


Bild 1. Alfred Krupp (1812–1887).

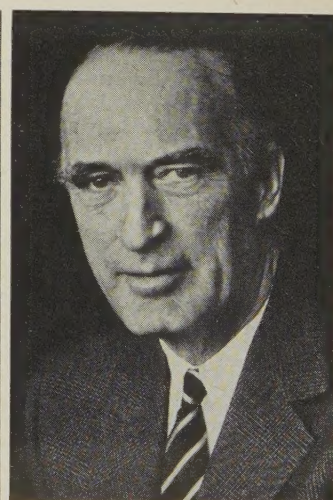


Bild 2. Alfred Krupp von Bohlen und Halbach.

Tätigkeit auf dem Gebiete des Maschinenbaues. Der Aufstieg des Werkes ist auch daraus zu ersehen, daß Krupp bereits 1851 auf der Londoner Weltausstellung einen Stahlblock von 2,15 t Gewicht zeigen konnte, der selbst für England, das klassische Land des Stahles, eine Sensation war.

Einige charakteristische und wichtige Erfindungen und Entwicklungen aus der Tätigkeit von Alfred Krupp sind die Herstellung von Eisenbahnfedern und -Achsen sowie des nahtlosen Radreifens, der Bau des Dampfhammers „Fritz“ und die erste Anwendung des Bessemer- und Siemens-Martin-Verfahrens auf dem Kontinent bzw. in Deutschland bei der Stahlerzeugung.

Im Jahre 1862 baute Krupp das erste Bessemer-Stahlwerk auf dem Kontinent. Der Bessemer-Stahl eignete sich gut für die Massenproduktion von Schienen, Rädern usw. Durch ihn konnte die Stahlproduktion und -verwendung wesentlich gesteigert werden. Inzwischen wurde durch die Erfindung des Siemens-Martin-Ofens ein neues Stahlherstellungsverfahren entwickelt und von Alfred Krupp 1869 in Deutschland eingeführt. Die ersten Ofen hatten ein Fassungsvermögen von 4 t, wogegen heute auf den Kruppschen Hüttenwerken Siemens-Martin-Ofen mit einem Fassungsvermögen von 240 t und mehr betrieben werden.

Schon in frühen Jahren leistete Alfred Krupp auf einen großen Teil der Erzeugnisse Garantien, woraus sich eine besondere Betonung und Pflege der Wertarbeit entwickelte, welche die Kruppschen Erzeugnisse in der Welt bekannt machte.

Bei seinem Tod im Jahre 1887 hinterließ Alfred Krupp ein Werk, das in dieser Art in der Welt einzigartig war. Es hatte damals eine Belegschaft von über 20 000 Mann und einen Stamm von guten Mitarbeitern. Sein Jahresumsatz betrug 42,2 Mio. Mark. Seine Erzeugnisse, welche das Gebiet von der Erzgewinnung über Roheisen und Stahl bis zu Fertigerzeugnissen wie Schmiedestücke, Walzwerkserzeugnisse, Eisenbahnmateriale aller Art und Geschütze umfaßten, hatten in der Welt einen guten Klang.

Unter seinem Sohn Friedrich Alfred Krupp wurde der Ausbau des Werkes systematisch weitergeführt. Eine wesentliche Erweiterung war 1893 das Grusonwerk in Magdeburg mit seinem großen Fertigungsprogramm, das sich auf Erfahrungen und Kenntnissen auf dem Gebiete des Hartgusses aufbaute. Von besonderer Bedeutung war auch im Jahre 1896 die Übernahme der Germania-Werft in Kiel, die für den Bau von Fracht- und Fahrgastschiffen bis zu den größten Abmessungen und für Dock- und Reparaturbetrieb eingerichtet war. An den Schiffbaubetrieb gliederten sich Maschinenbauwerkstätten für den Bau größter Dieselmotoren, Dampfturbinen und eine Kesselschmiede an.

In Friedrich Alfreds Zeit fällt auch die Verbindung der Firma mit Rudolf Diesel, dessen Motor im Jahre 1897 gemeinsam von den Firmen Krupp und Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG gebaut wurde.

Da die älteren Hochofenanlagen den steigenden Anforderungen nicht mehr genügten, wurde der Bau eines großen gemischten Hüttenwerkes, der Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen 1896 begonnen und 1905 vollendet. Hier wurde neben Siemens-Martin-Stahl zum ersten Mal auch Thomasstahl bei der Firma Fried. Krupp erzeugt, wodurch die Rohstahlproduktion stark anstieg. So betrug im Jahre 1960 die Rohstahlproduktion des Hüttenwerkes Rheinhausen (früher Friedrich-Alfred-Hütte) rd. 2,3 Mio. t und die des Bochumer Vereins 1,56 Mio. t, zusammen also rd. 3,9 Mio. t.

Anfang der 90er Jahre wurde von Krupp in Deutschland die erste hydraulische 5 000-t-Schmiedepresse aufgestellt, die außerordentlich zur Entwicklung des Großschmiedestückes und zum Bau von Schmiedepressen beigetragen hat.

Im Jahre 1902 wurde das Wirken Friedrich Alfred Krupps durch seinen Tod beendet und das Werk, das 1903 in eine Aktiengesellschaft umgewandelt wurde, von seiner Gattin und seiner ältesten Tochter Bertha, die sich im Jahre 1906 mit Gustav von Bohnen und Halbach vermählte, weitergeführt.

1909 wurde Gustav Krupp von Bohnen und Halbach als Vorsitzter des Aufsichtsrates der oberste Leiter des Werkes. Ein ständiger Aufschwung trat um diese Zeit in der Wirtschaft ein und hielt bis zum Beginn des ersten Weltkrieges an.

Mit dem Fortschritt auf dem Gebiete des Elektromaschinenbaues war der Weg für die moderne Stahlerzeugung im Elektrofen frei, die von der Firma Fried. Krupp bereits im Jahre 1907 durch den Bau eines Elektrostahlwerkes aufgenommen wurde. Im Laufe einiger Jahre wurden die Elektrostähle so weit entwickelt, daß sie die hochwertigen Tiegelstähle ersetzten.

Schon die letzten Jahre vor dem ersten Weltkrieg waren von sehr starker Forschungstätigkeit gekennzeichnet, die sich entsprechend dem Charakter der Firma Fried. Krupp hauptsächlich auf das metallurgische Gebiet erstreckte. Ein bedeutendes Ergebnis der Krupp-Forschung war die Erfindung des nichtrostenden und säurebeständigen Chrom-Nickelstahles, der im Jahre 1912 erstmals angeboten wurde und in Deutschland und in fast allen anderen Ländern Patentschutz erhielt.

Das Ende des ersten Weltkrieges 1918 traf die Firma Krupp besonders hart, da die Kriegsmaterialproduktion plötzlich eingestellt werden mußte und in der Gußstahlfabrik 44,5 % der Maschinen mit einem Gewicht von 46 000 t und zahlreiche Anlagen und Gebäude, die der Herstellung und Montage von Kriegsmaterial gedient hatten, zerstört wurden.

Durch die vorhandenen mechanischen Werkstätten und den ausgezeichneten Facharbeiterstamm bot sich die Ausweitung des Maschinenbaus zwangsläufig an. So wurde mit dem Bau von Lokomotiven, Baggern, Eisenbahnfahrzeugen, Lastwagen sowie Landmaschinen, Spinnereimaschinen, Rollern, Registrierkassen, Kinoapparaten, Separatoren, Preßluftwerkzeugen, Getrieben usw. begonnen. In der folgenden Zeit wurden einige dieser neuen Fertigungen eingestellt, andere ausgedehnt.

In Essen entstand ein Walzwerk zum Herstellen von Blechen aus rostfreiem Stahl und erstmals eine Werkstatt für die Verarbeitung dieser Bleche zu Großapparaturen für die chemische Industrie.

In den 20er Jahren baute die Firma Fried. Krupp eine 15 000-t-Presse, die größte der Welt, zum Schmieden von Blöcken bis 300 t.

Um einen neuen Weg zu zeigen, wurde im Jahre 1924/25 die erste Turbinen-Lokomotive mit Dampfantrieb für die Deutsche Reichsbahn gebaut, die sich trotz mancher Vorzüge nicht durchsetzen konnte. In den gleichen Jahren nahm Krupp den Bau von Diesellokomotiven auf. Unter maßgeblicher Beteiligung von Krupp wurde der dieselelektrische Antrieb und später auch der dieselhydraulische Antrieb über ein stufenlos regelbares Strömungsgetriebe entwickelt.

Während des zweiten Weltkrieges (im Jahre 1943) trat Gustav Krupp von Bohnen und Halbach von der Leitung des Unternehmens zurück, das er dreieinhalb Jahrzehnte erfolgreich durch wechselvolle Geschehnisse gelenkt hatte. Er überließ die Leitung seinem ältesten Sohn Alfred Krupp (Bild 2), der von diesem Zeitpunkt an alleiniger Inhaber der Firma ist.

Waren schon die Folgen des verlorenen ersten Weltkrieges für die Firma Fried. Krupp außerordentlich schwerwiegend, so stellten die Folgen des verlorenen zweiten Weltkrieges alles Dagewesene in den Schatten. Alfred Krupp von Bohnen und Halbach und die Herren des damaligen Direktoriums wurden inhaftiert.

Ein Drittel der Werkseinrichtungen, berechnet nach den Gebäudelflächen, war durch Kriegseinwirkung vollständig vernichtet und der Rest teilweise schwer beschädigt. Viele glaubten, das Ende der Firma Krupp sei wirklich gekommen, aber allen Unkenrufen zum Trotz überstand sie auch diese in ihrer Geschichte schwerste Prüfung dank der Solidarität des dem Werk verbliebenen Stammes von treuen Mitarbeitern, denen es in den Jahren nach dem Krieg gelang, einen Teil der Werkseinrichtungen zu erhalten und Schritt für Schritt wieder aufzubauen, soweit die Wirtschaftslage dieses ermöglichte.

Das wenig beschädigte Hüttenwerk Borbeck wurde damals vollständig demontiert und nach der Sowjetunion transportiert. Die Rüstungsbetriebe, die metallurgischen Betriebe und auch Teile der stahlverarbeitenden Betriebe wurden demontiert oder verschrottet. Bis zu 5 000 Mann waren im sogenannten Stadteinsatz jahrelang damit beschäftigt, Aufräumarbeiten durchzuführen, um Kanalisation, Wasserversorgung, Straßen usw. wieder in Ordnung zu bringen, um dadurch der Stadt wieder eine Lebensmöglichkeit zu geben.

Zu den ersten größeren Betrieben der Gußstahlfabrik, die nach dem Kriege wieder in Betrieb genommen worden sind und anfangs nur teilweise mit Reparaturarbeiten beschäftigt werden konnten, gehörten die Lokomotivfabrik, Widiafabrik, Baubetriebe, Gießerei und Schmiede, Elektrowerkstätten und die Essener Maschinenfabriken.

Auf einem Teil des Geländes der Gußstahlfabrik wurden auf Druck der Besatzung durch die Stadt Essen und das Land Nordrhein-Westfalen gewerbliche und industrielle Unternehmen angesiedelt.

Das Dieselmotorenprogramm der Germania-Werft, die man dem Erdboden gleich gemacht hatte, wurde im kleinen in der Lokomotivfabrik aufgezo-gen und später durch eine Lizenznahme von Burmeister & Wain auf große Schiffsmotoren erweitert.

Aus dem früheren technischen Büro wurde die Krupp-Technik, die heute unter dem Namen Krupp-Industriebau firmiert und ein wesentlich erweitertes Arbeitsgebiet hat.

Die Krönung des Wiederaufbaues wäre die Wiederaufnahme der Edeltahlerzeugung in Essen gewesen, auf die viele Abnehmer mit großer Ungeduld gewartet haben. Sie wurde aber verhindert durch eine einschneidende Maßnahme, die Anordnung der Alliierten von 1953, welche die Firma Krupp besonders hart getroffen hat, nämlich das Verbot der Wiederaufnahme der Stahlerzeugung in Essen und die Verkaufsaufgabe des Montanbesitzes, also der

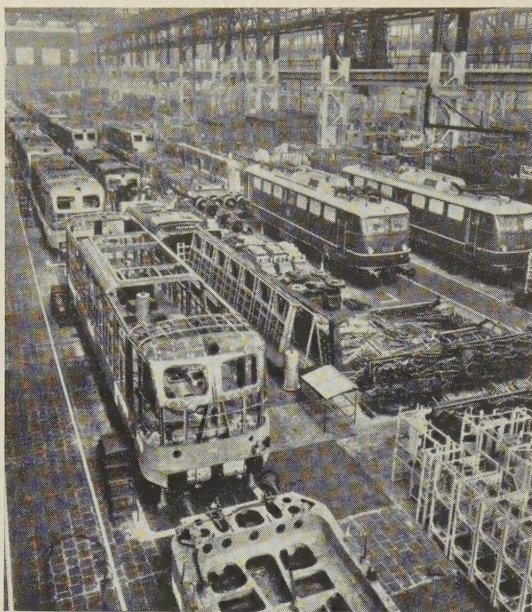


Bild 3 Halle für den Bau von Elektrolokomotiven.

Berg- und Hüttenwerke. Am 12. März des gleichen Jahres konnte *Allfried Krupp* nach 8jähriger Unterbrechung die Leitung seiner Werke wieder übernehmen. Aus diesem Anlaß hat er die Grundsätze und Ziele der künftigen Geschäftspolitik bekanntgegeben, die insbesondere auf die Fortsetzung der alten Kruppischen Tradition technischen, wirtschaftlichen und sozialen Fortschrittes abzielen. In diesem Sinn ist der Neuaufbau der Forschungsstätten in den verschiedenen Krupp-Bereichen zu verstehen. In Essen wurde die Versuchsanstalt bei der WIDIA-Fabrik für die Belange der Essener Betriebe errichtet. Hier wurden in den letzten Jahren umfangreiche Versuche auf dem Gebiet der Stahlerzeugung nach dem Sauerstoffaufblase-Verfahren, dem sogenannten LD-Verfahren, durchgeführt, die zu einer wirtschaftlich besonders interessanten Lösung beim Verblasen von phosphorhaltigem Roheisen geführt haben.

Die Versuchsanstalt des Hüttenwerkes Rheinhausen führt gleichzeitig auch die Aufgaben des Maschinen- und Stahlbaus durch. Darüber hinaus sind in Rheinhausen auch besondere Prüfeinrichtungen für die vom Hüttenwerk entwickelten Spannbetonstähle vorhanden.

Auch der Bochumer Verein verfügt über eine Versuchsanstalt, die auf die Erfordernisse eines Edelmetallwerkes ausgerichtet ist.

Alle Versuchsanstalten sind mit den modernsten Apparaten für die chemische, mechanische, metallographische und physikalische Prüfung der Rohstoffe und Erzeugnisse ausgerüstet und bieten Forschungsmöglichkeiten, die der Weiter- sowie der Neuentwicklung der Erzeugnisse dienen.

Rund 1000 Belegschaftsmitglieder sind in den Versuchsanstalten und Laboratorien tätig, die gleichzeitig auch in verhältnismäßig weitem Rahmen Grundlagenforschung betreiben, aus der sich indirekt Ansatzpunkte für die Zweckforschung ergeben.

Ein Teil der Forschungsarbeiten finden ihren Niederschlag in den Veröffentlichungsorganen der Firma Krupp, den „Technischen Mitteilungen Krupp“, und auch in den „Technischen Mitteilungen des Hüttenwerkes Rheinhausen“ und in einer Reihe anderer einschlägiger Fachzeitschriften.

Das heutige Produktionsprogramm des Krupp-Konzerns reicht von der Planung und Errichtung schlüsselfertiger Hüttenwerke bis zu den kleinsten Schrauben. Es umfaßt weite Gebiete für den Erz- und Kohlenbergbau, für die Hüttenindustrie, für den Verkehr (Bild 3), für die Bauwirtschaft, für die chemische Industrie und schließlich für den allgemeinen Maschinenbau.

## BÜCHER

DK 696.6(083.133)

**Sicherheitsfibel für Elektroinstallateure nach VDE 0100.** Von A. Herhahn. Mit 104 S., 47 B., 4 Taf., Format 11,5 cm × 18 cm. Vogel-Verlag, Würzburg 1961. Preis Kunststoff 6,40 DM.

Wie der Verfasser im Vorwort sehr richtig bemerkt, kann sich der Installateur strafrechtlich nur durch die genaue Beachtung der VDE-Bestimmungen schützen. Aus diesem Grunde kann eine Zusammenfassung aller Sicherheitsmaßnahmen, soweit sie sich aus den VDE-Bestimmungen 0100 ergeben, nur nützlich sein. Der Installateur findet in dem Buch viele Antworten auf viele Fragen, die sein Beruf alle Tage an ihn stellen.

Sehr zweckmäßig sind die Schutzarten in drei Gruppen aufgeteilt, und zwar in solche ohne und mit Abschaltvorrichtungen und in solche mit Überwachungseinrichtungen. Obwohl sich der Verfasser im allgemeinen korrekt an die VDE-Bestimmungen anlehnt, geht er doch hin und wieder bei Erläuterungen an dem Sinn der Vorschriften vorbei. Das kann aber einem Außenstehenden, der nicht an der Aufstellung der Vorschriften mitgewirkt hat, nicht verdacht werden. Als störend wird empfunden, daß in einigen Bildern nicht genau genug auf die richtige Kennzeichnung des Mittelpunkt-, Null- oder Schutz-Leiters geachtet wurde; das erschwert oftmals die Verständigung. Auch sind zum Teil die Paragraphen von VDE 0100, die erst im Entwurf veröffentlicht wurden, so behandelt, als wenn sie bereits in Kraft wären. Auch das kann zu Unstimmigkeiten führen. Im allgemeinen wird aber das Buch dazu beitragen, das Verständnis für die Sicherheitsmaßnahmen zu fördern, so daß ihm eine große Verbreitung gewünscht werden kann.

W. Schrank

DK 621.3.078(024)

**Grundlagen der selbsttätigen Regelung.** Von O. Schäfer. 3. neu bearbeitete und erweiterte Aufl. Mit 210 S., 115 B., Format 15 cm × 21 cm. Franzis-Verlag Abt. Energie, München 1961. Preis Ganzln. 21,50 DM.

Nach kaum 4 Jahren liegt wieder eine Neuauflage dieses bekannten Buches vor, die ganz wesentliche Veränderungen erfahren hat. Während die theoretischen Grundlagen nur einiger weniger Ergänzungen bedurften, z. B. über die nichtlinearen Regler, wurden die Kapitel über Gerätebeispiele größtenteils neubearbeitet und dem letzten Stand der Gerätetechnik angepaßt. Damit behält dieses Buch für den breiten Leserkreis der Ingenieure in Betrieben, Planung und Entwicklung und für deren Nachwuchs die notwendige Aktualität, die ein derartiges Standardwerk haben sollte. Trotz zahlreicher neu aufgenommenen Kapitel hat jedoch der Gesamtumfang des Buches nicht zugenommen. Die Mühe, die sich der Verfasser mit einer geschickten Neugliederung und Konzentration des Stoffes gemacht hat, muß deshalb besonders anerkannt werden. Die verbesserte Aufmachung als gebundenes Buch, in den Diagrammen und Bildern verdient ebenfalls besonders hervorgehoben zu werden.

H. Schneider

## BERICHTIGUNG

In dem Aufsatz „Die Alterung von Thermobimetall“ in der ETZ-B Bd. 13 (1961) H. 22, S. 596–601, ist auf Seite 598, rechte Spalte, zweite Zeile unter der Zwischenüberschrift „Thermische Alterung von Thermobimetall“ versehentlich eine falsche Zeile eingeschoben worden. Statt: „Beseitigung . . . auf“ muß es richtig heißen: „. . . die bei der Herstellung von Thermobimetall-Elementen ent- . . .“.

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-A vom 3. Dezember 1961  
Heft 25

- F. W. Rutloh: Strommessung in Hochspannungsfreileitungen mittels Trägerfrequenz.  
H. Edelmann: Grundlagen einer allgemeinen Theorie elektrischer Netze.  
H. Ch. Skudelny: Einfluß des ohmschen Widerstandes auf das Drehmomentverhalten von Synchronmaschinen.  
W. Henne: Die Berechnung magnetischer Feldstärken von Ringmagneten.  
H. Zaduk: Der zwölfte Kongreß der UNIPED in Baden-Baden.  
50 Jahre VDE-Kommission für Elektrowärmegeräte.  
L. Nawo: Die Entwicklung der Elektrowärmegeräte in den letzten 25 Jahren.

Abschluß des Heftes 30. November 1961

Schluß des Textteiles

Schriftleitung: Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341, Fernschreiber (Telex) 04–12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacottet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen.

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341.

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01–84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 14,— DM,  
für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 10,— DM;  
Ausgabe A und B zusammen 34,— DM,  
für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 24,— DM.  
Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7